

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-333304

(43)Date of publication of application : 30.11.2000

(51)Int.Cl.

B60L 11/14  
B60K 6/00  
B60K 8/00  
B60K 17/04  
F02D 29/02  
H02P 7/74

(21)Application number : 11-136549

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

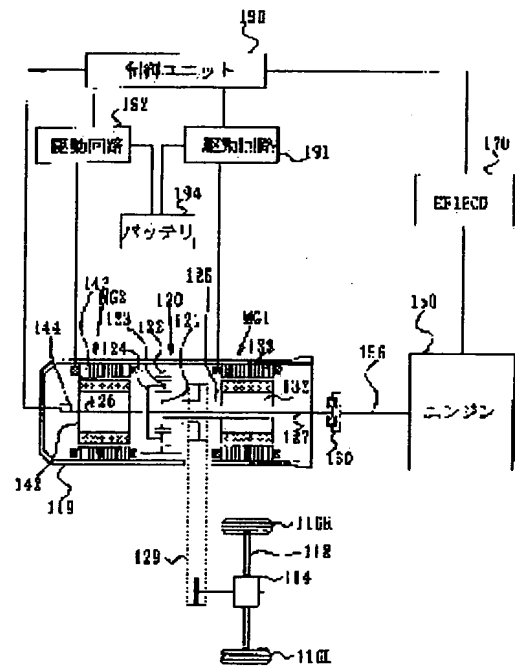
(22)Date of filing : 18.05.1999

(72)Inventor : ABE TETSUYA

## (54) POWER OUTPUTTING DEVICE AND CONTROL METHOD THEREFOR, AND HYBRID VEHICLE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To cause an engine to display its performance and ensure performance of the vehicle, without making the size of a motor larger.  
**SOLUTION:** In a hybrid vehicle, the required power of an engine 150 is set, on the basis of the speed of the vehicle and a throttle angle. Normally, the operating conditions of the engine 150 is set on the basis of the required power giving priority to efficiency. If the operating condition of the engine 150 is set, operating conditions of motors MG1 and MG2 set in addition, on the basis of the car speed and driving force. If the operating conditions of the motor MG1 or the motor MG2 set in this way exceeds limit, the operating conditions of the motor MG1 or motor MG2 are set so as not to exceed the limit, and the operating conditions of the engine 150 are set on the basis of this result and the required power.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 01.08.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 08.07.2003

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3494074

[Date of registration] 21.11.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 2003-15279

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 07.08.2003

[Date of extinction of right]

---

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] While transmitting the power which was combined with the driving shaft which outputs power to the output shaft and the exterior of an engine and this engine, and was outputted from said engine to said driving shaft The power adjustment device which adjusts the magnitude of the this power transmitted by exchange of power, A demand power calculation means to compute the demand power which is a power output unit equipped with the motor combined with said driving shaft, and was demanded from said engine, A rotational frequency excess distinction means to distinguish whether it is over the threshold value of the rotational frequency which inputs the rotational frequency of said driving shaft, and the rotational frequency of this driving shaft can permit in case said motor outputs power, While setting up the operational status of said motor so that the output torque of said motor may serve as abbreviation 0 and a rotational frequency may become equal to the rotational frequency of said driving shaft when said rotational frequency excess distinction means was over the threshold value of said rotational frequency and it distinguishes When an operational status setting means to set up the operational status of said engine, and said rotational frequency excess distinction means were over the threshold value of said rotational frequency based on the operational status and said demand power of said set-up motor and it distinguishes The power output unit equipped with an operation means to operate said engine, said power adjustment device, and said motor so that the operational status of said motor and said engine may turn into operational status set up with said operational status setting means.

[Claim 2] Said power adjustment device is a power output unit [ equipped with a generator and the planetary gear by which three revolving shafts were combined with the output shaft and said driving shaft of this generator and said engine, respectively ] according to claim 1.

[Claim 3] Said power adjustment device is a power output unit [ equipped with the motor for Rota which has two pivotable Rota relatively ] [claim 4] according to claim 1. The rechargeable battery which is a power output unit according to claim 1, and exchanges power between said power adjustment devices and said motors, The energy loss produced at least in case said power output unit operates, It has further an income-and-outgo calculation means to compute the energy balance for amending the power which should be outputted from said engine based on the charge-and-discharge demand in said rechargeable battery. When said engine-speed excess distinction means was over the threshold value of said engine speed and it distinguishes, in case said operational status setting means sets up the operational status of said engine Based on the energy balance which said income-and-outgo calculation means computed, it has an amendment means to amend the power outputted from said engine by amending the engine speed of said engine. Said operation means is a power output unit which operates said engine and said power adjustment device based on the result which said amendment means amended.

[Claim 5] While transmitting the power which was combined with the driving shaft which outputs power to the output shaft and the exterior of an engine and this engine, and was outputted from said engine to said driving shaft The power adjustment device which adjusts the magnitude of the this power transmitted by exchange of power, A demand power calculation means to compute the demand power which is a power output unit equipped with the motor combined with

said driving shaft, and was demanded from said engine, A rotational frequency excess distinction means to distinguish whether it is over the threshold value of the rotational frequency which inputs the rotational frequency of said driving shaft, and the rotational frequency of this driving shaft can permit in case said motor outputs power, When said rotational frequency excess distinction means was not over the threshold value of said rotational frequency and it distinguishes, while setting up the operational status of said engine based on said computed demand power A set torque means to set up the output torque of said motor based on the operational status of the set-up this engine, When a torque excess distinction means by which the output torque of said motor which said set torque means set up distinguishes whether it is over threshold value, and said torque excess distinction means were over the threshold value of said torque and it distinguishes While setting up the operational status of said motor, without the output torque of said motor exceeding said threshold value so that a rotational frequency may become equal to the rotational frequency of said driving shaft When an operational status setting means to set up the operational status of said engine, and said torque excess distinction means were over the threshold value of said torque based on the operational status and said demand power of said set-up this motor and it distinguishes The power output unit equipped with an operation means to operate said engine, said power adjustment device, and said motor so that the operational status of said motor and said engine may turn into operational status set up with said operational status setting means.

[Claim 6] While transmitting the power which was combined with the driving shaft which outputs power to the output shaft and the exterior of an engine and this engine, and was outputted from said engine to said driving shaft The power adjustment device which adjusts the magnitude of the this power transmitted by exchange of power, The process which computes the demand power which is the control approach of a power output unit equipped with the motor combined with said driving shaft, and was demanded from the (a) aforementioned engine, (b) In the process which distinguishes whether it is over the threshold value of the rotational frequency which inputs the rotational frequency of said driving shaft, and the rotational frequency of this driving shaft can permit in case said motor outputs power, and the (c) aforementioned (b) process While setting up the operational status of said motor so that the output torque of said motor may serve as abbreviation 0 and a rotational frequency may become equal to the rotational frequency of said driving shaft when it was over the threshold value of said rotational frequency and is distinguished In the process which sets up the operational status of said engine based on the operational status and said demand power of said set-up motor, and the (d) aforementioned (b) process The control approach characterized by having the process which operates said engine, said power adjustment device, and said motor so that the operational status of said motor and said engine may turn into operational status set up at the aforementioned (c) process, when it was over the threshold value of said engine speed and is distinguished.

[Claim 7] The hybrid car it runs with claim 1 thru/or the power which is equipped with the power output unit of a publication 5 either, and is outputted from said driving shaft.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and NCIPJ are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention equips a power output unit and its control approach, and a list with an internal combustion engine and a motor generator in detail about a hybrid car, and relates to a hybrid car at the power output unit with which an internal combustion engine's output shaft, the revolving shaft of a motor generator, and the driving shaft were combined mechanically and its control approach, and a list.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, various configurations are proposed as a hybrid car which is equipped with a motor in addition to an internal combustion engine. Compared with the car which carried the conventional gasoline engine, a hybrid car can be reduced sharply and its social request is increasing the consumption of a fossil fuel with aggravation of an environmental problem. There is a parallel hybrid car as a kind of a hybrid car. By the parallel hybrid car, both the power from an internal combustion engine and the power from a motor can be transmitted to an axle. An example of the configuration of a parallel hybrid car is shown in drawing 1.

[0003] As for the hybrid car shown in drawing 1, it has an engine 150 and motor generators MG1 and MG2. These 3 person is mechanically combined through planetary gear 120. Planetary gear 120 are also called an epicyclic gear and have three revolving shafts combined with each gear shown below. The gears which constitute planetary gear 120 are the planetary pinion gear 123 which revolves around the sun while rotating on the periphery of the sun gear 121 which rotates at the core, and a sun gear 121, and the ring wheel 122 further rotated on the periphery. The planetary pinion gear 123 is supported to revolve by the planetary carrier 124. By the hybrid car of drawing 1, it combines with the revolving shaft of the planetary carrier 124, and the crankshaft 156 which is the driving shaft of an engine 150 constitutes the planetary carrier shaft 127. Moreover, the driving shaft of a motor generator MG 1 is combined with the revolving shaft of a sun gear 121, the sun gear shaft 125 is accomplished, it combines with the revolving shaft of a ring wheel 122, and the driving shaft of a motor generator MG 2 constitutes the ring wheel shaft 126. Furthermore, the ring wheel 122 is combined with the axle 112 through a chain belt 129 and a differential gear.

[0004] In order to explain fundamental actuation of the hybrid car of such a configuration, actuation of planetary gear 120 is explained first. Planetary gear 120 have the property in which the rotation condition of all revolving shafts is decided, if the rotational frequency of two revolving shafts and the torque (the predetermined rotational frequency and the torque in a revolving shaft are doubled, and it is hereafter called a rotation condition) of one revolving shaft are determined among the three above-mentioned revolving shafts. Although it can ask for the relation of the rotation condition of each revolving shaft by the formula of common knowledge on device study, it can also ask for it geometrically with drawing called a collinear Fig.

[0005] An example of a collinear Fig. is shown in drawing 2. The axis of ordinate shows the rotational frequency of each revolving shaft. The axis of abscissa shows the gear ratio of each gear with distance-relation. Let the location C which divides interiorly between a location S and

locations R for the sun gear shaft 125 (S in drawing 2), and the ring wheel shaft 126 (R in drawing 2) to 1:rho for both ends be the location of the planetary carrier shaft 127. rho is the ratio of the number of teeth (Zs) of a sun gear 121 to the number of teeth (Zr) of a ring wheel 122. In this way, the rotational frequencies Ng, Ne, and Nm of the revolving shaft of each gear are plotted to the locations S, C, and R defined on the axis of abscissa. Planetary gear 120 have the property in which three points plotted in this way are surely located in a line on a straight line. This straight line is called a collinear of operation. Since a straight line will be what is determined uniquely if two points are decided, it can ask for the rotational frequency of one revolving shaft which remains from the rotational frequency of two of three revolving shafts by using this collinear of operation.

[0006] Moreover, in planetary gear 120, when the torque of each revolving shaft is transposed to the force committed to a collinear of operation and is shown, the collinear of operation has the property in which balance is maintained as the rigid body. As an example, torque which acts on the planetary carrier shaft 127 is set to Te. The force of the magnitude equivalent to Torque Te is made to act on a performance curve upwards from under the direction of a vertical in a location C as shown in drawing 2 at this time. The direction made to act becomes settled according to the direction of Torque Te. Moreover, the torque Tp which acts to the ring wheel shaft 126 is made to act on a collinear of operation downward from on the direction of a vertical in a location R. Tes in drawing and Tep distribute Torque Te to two equivalent force based on the distributive law of the force which acts on the rigid body. The following formulas (1) and (2) can express the magnitude of Torque Tes and Tep.

[0007]

$$T_{es} = \rho / (1 + \rho) \times T_e \text{ --- (1)}$$

$$T_{ep} = 1 - \rho / (1 + \rho) \times T_e \text{ --- (2)}$$

[0008] If the conditions that the collinear Fig. of operation has taken balance as the rigid body are taken into consideration after the above force has acted, the torque Tm which should act on a ring wheel shaft by the torque Tg and MG2 which should act on the sun gear shaft 125 by MG1 can be searched for. Torque Tg becomes equal to Torque Tes, and Torque Tm becomes equal to the difference of Torque Tp and Torque Tep. The formula showing each torque Tg and Tm based on such a property is shown as a formula (3) and (4) below.

[0009]

$$T_g = -\rho / (1 + \rho) \times T_e \text{ --- (3)}$$

$$T_m = T_p - 1 / (1 + \rho) \times T_e \text{ --- (4)}$$

[0010] While the engine 150 combined with the planetary carrier shaft 127 is rotating, a sun gear 121 and a ring wheel 122 can be rotated by various operational status under the conditions with which are satisfied of the above-mentioned conditions about a collinear of operation. While the sun gear 121 is rotating, it is possible to generate electricity with a motor generator MG 1 using the rotational motion force. While the ring wheel 122 is rotating, it is possible to transmit the power outputted from the engine 150 to an axle 112. By the hybrid car which has the configuration shown in drawing 1 The power to which the power outputted from the engine 150 is mechanically transmitted by the axle 112, It distributes to the power changed into power by what (it works as a generator) one motor generator revives, and it can run, outputting desired power in an axle 112 by what the motor generator of another side acts as power running using the power revived further (it works as a motor). Thus, in case the hybrid car of a configuration of having been shown in drawing 1 runs, motor generators MG1 and MG2 perform power running or regeneration, respectively, and it is usually controlled so that the power consumed in power running and the power produced in regeneration balance.

[0011] Here, by the hybrid car of a configuration of having been shown in drawing 1, in case the run state of a car is controlled, first, from the vehicle speed and accelerator opening, the demand torque in an axle 112 (ring wheel shaft 126 combined with the axle and the machine target in fact) is determined, and the demand power which should be outputted from this demand torque and the vehicle speed to the ring wheel shaft 126 is determined. Subsequently, the power with which an engine 150 should output this demand power so that the output of the ring wheel shaft 126 may be attained is determined, and the drive condition of an engine 150 is controlled

so that an engine 150 outputs this predetermined power. Moreover, when an engine 150 outputs the above-mentioned predetermined power, the drive condition of MG1 and MG2 is controlled so that the above-mentioned demand torque is realized in the ring wheel shaft 126. The predetermined power outputted from the engine is changed into a desired rotational frequency and torque, and is outputted from the ring wheel shaft 126 112, i.e., an axle, because MG1 and MG2 perform power running or regeneration.

[0012] Here, in case the predetermined power corresponding to the demand power determined as power which should be outputted from the ring wheel shaft 126 is outputted with an engine 150, an engine 150 can take various operational status (put together as a rotational frequency and an output torque). So, in case an engine is controlled to output predetermined power, the operating point which becomes the highest [ effectiveness ] is chosen, and the drive condition of MG1 and MG2 is controlled so that an engine drives in the operating point.

[0013] If the above-mentioned operating point when effectiveness becomes high most is called for in case an engine 150 outputs the above-mentioned predetermined power, the engine speed and torque in this operating point will turn into a target engine speed of an engine 150, and target torque. Here, when outputting the above-mentioned predetermined power, an engine 150 operating in the above-mentioned operating point since the driving shaft of an engine 150 is combined with the revolving shaft of the planetary carrier 124 as mentioned already, the engine speed of the planetary carrier shaft 127 turns into a target engine speed of the engine 150 determined as mentioned above. Moreover, it has joined together, and further, since the revolving shaft of a ring wheel 122 and the driving shaft of a motor generator MG 2 have combined the ring wheel 122 with the axle 112 mechanically, the rotational frequency of the ring wheel shaft 126 can search for them uniquely from the vehicle speed. Here, since the revolving shaft of a sun gear 121 and the driving shaft of MG1 are combined, the rotational frequency of MG1 is a rotational frequency of the sun gear shaft 125, but if the rotational frequency of the ring wheel shaft 126 and the rotational frequency of the planetary carrier shaft 127 are decided, it can ask for the rotational frequency of the sun gear shaft 125 with the collinear Fig. shown in drawing 2.

[0014] Thus, if the rotational frequency of each revolving shaft combined with each gear which constitutes planetary gear 120 is decided, the magnitude of the torque which should be outputted by MG1 and MG2 will be decided by predetermined processing. If it controls, controlling the operational status of MG1 and MG2 to drive on such conditions so that an engine 150 outputs the above-mentioned predetermined power, an engine 150 is operated in the condition that the effectiveness becomes the optimal, and desired operational status can be realized in a hybrid car.

[0015]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Here, although operational status which performs power running and regeneration as mentioned already, and serves as various rotational frequencies and an output torque is possible for MG1 and MG2, there is threshold value in these rotational frequencies and an output torque. Drawing 3 and drawing 4 are explanatory views which express the output characteristics which show such a rotational frequency in MG1 and MG2, and the threshold value of an output torque, respectively. Such threshold value becomes settled according to the capacity of the motor itself, the mechanical property of a motor, etc. Therefore, in the hybrid car, the power which an engine 150 outputs by minding planetary gear 120 was changed, and when it was going to realize desired operational status in an axle by controlling MG1 and MG2, the operational status directed to MG1 or MG2 may have exceeded the threshold value of these motor generators. That is, even if the power which an engine 150 outputs was the value of the engine performance of an engine 150 within the limits, there was a possibility that the operational status determined to MG1 or MG2 might exceed the threshold value shown in drawing 3 and drawing 4.

[0016] In the hybrid car of a configuration of having been shown in drawing 1, when the vehicle speed is raised, it may be in the operational status shown in drawing 5 as shown in a collinear Fig. In this condition, power equivalent to MG2 being regenerated the ring wheel shaft 126 rotating normally, and MG2 being regenerated is consumed because MG1 acts as power running. Point alpha shows the explanatory view showing the output characteristics of MG2 which

showed an example of the operational status of MG2 when the hybrid car is such operational status to drawing 4 . Here, when the vehicle speed of a hybrid car is further broken into the method of raising, and an accelerator, control for raising the rotational frequency of the ring wheel shaft 126, i.e., the rotational frequency of MG2, will be performed. When such, the operational status of MG2 defined based on the operating point when the demand power mentioned already and the operation effectiveness of an engine 150 become the best will turn into operational status corresponding to the location expressed with Point beta among drawing 4 , and will exceed the threshold value of the operational status of MG2.

[0017] Since such operational status was not able to be taken when the operational status searched for from MG2 will be in the condition corresponding to the location expressed at the drawing 4 R>4 middle point beta and exceeds threshold value, also when there was still remaining power in the output of an engine 150 to the demand power mentioned already, the vehicle speed was not able to be raised any more. Therefore, in such a case, it is not by the power in which the output of an engine 150 is possible, and the upper limit of the vehicle speed will receive a limit with the engine performance of MG2.

[0018] In such a hybrid car, after taking various run states into consideration, when it was going to realize the further vehicle speed in the limitation of the output state in an engine 150, it was required to carry a bigger motor generator. That is, if MG1 and MG2 are carried, correspondence of MG1 and MG2 will be attained to all run states within the limits of the power which can output an engine 150. [ big enough ] However, since car weight increases, carrying a bigger motor generator will cause problems, such as a fall of fuel consumption, further, while producing the problem that the constraint on a car design increases, in order that a motor generator may occupy a bigger tooth space. Therefore, without being accompanied by enlargement of a motor generator, the engine engine performance was fully demonstrated, the further vehicle speed was realized, and to raise the car engine performance was desired.

[0019] Without having solved such a problem and enlarging a motor, the hybrid car fully demonstrated the engine engine performance, was made by the power output unit of this invention and its control approach, and the list for the purpose of fully securing the engine performance of a car, and took the next configuration in them.

[0020]

[The means for solving a technical problem, and its operation and effectiveness] While transmitting the power which the 1st power output unit of this invention was combined with the driving shaft which outputs power to the output shaft and the exterior of an engine and this engine, and was outputted from said engine to said driving shaft The power adjustment device which adjusts the magnitude of the this power transmitted by exchange of power, A demand power calculation means to compute the demand power which is a power output unit equipped with the motor combined with said driving shaft, and was demanded from said engine, A rotational frequency excess distinction means to distinguish whether it is over the threshold value of the rotational frequency which inputs the rotational frequency of said driving shaft, and the rotational frequency of this driving shaft can permit in case said motor outputs power, While setting up the operational status of said motor so that the output torque of said motor may serve as abbreviation 0 and a rotational frequency may become equal to the rotational frequency of said driving shaft when said rotational frequency excess distinction means was over the threshold value of said rotational frequency and it distinguishes When an operational status setting means to set up the operational status of said engine, and said rotational frequency excess distinction means were over the threshold value of said rotational frequency based on the operational status and said demand power of said set-up motor and it distinguishes Let it be a summary to have an operation means to operate said engine, said power adjustment device, and said motor so that the operational status of said motor and said engine may turn into operational status set up with said operational status setting means.

[0021] The power output unit of this invention constituted as mentioned above adjusts the magnitude of the this driven power by exchange of power while the power adjustment device combined with the driving shaft which outputs power to an engine output shaft and the engine exterior transmits the power outputted from said engine to said driving shaft. Such a power



output unit distinguishes whether the rotational frequency of said driving shaft was inputted and the rotational frequency of this driving shaft is over the threshold value of the rotational frequency which can be permitted in case the motor combined with said driving shaft outputs power. While setting up the operational status of a motor so that the output torque may serve as abbreviation 0 and a rotational frequency may become equal to the rotational frequency of said driving shaft when it was over the threshold value of a rotational frequency and distinguishes, engine operational status is set up based on the operational status of the set-up motor, and the demand power demanded from the engine. Moreover, said engine, said power adjustment device, and said motor are operated so that the operational status of a motor and an engine may turn into set-up operational status.

[0022] Moreover, while transmitting the power which the control approach of the power output unit of this invention was combined with the driving shaft which outputs power to the output shaft and the exterior of an engine and this engine, and was outputted from said engine to said driving shaft The power adjustment device which adjusts the magnitude of the this power transmitted by exchange of power, The process which computes the demand power which is the control approach of a power output unit equipped with the motor combined with said driving shaft, and was demanded from the (a) aforementioned engine, (b) In the process which distinguishes whether it is over the threshold value of the rotational frequency which inputs the rotational frequency of said driving shaft, and the rotational frequency of this driving shaft can permit in case said motor outputs power, and the (c) aforementioned (b) process While setting up the operational status of said motor so that the output torque of said motor may serve as abbreviation 0 and a rotational frequency may become equal to the rotational frequency of said driving shaft when it was over the threshold value of said rotational frequency and is distinguished In the process which sets up the operational status of said engine based on the operational status and said demand power of said set-up motor, and the (d) aforementioned (b) process When it was over the threshold value of said engine speed and is distinguished, let it be a summary to have the process which operates said engine, said power adjustment device, and said motor so that the operational status of said motor and said engine may turn into operational status set up at the aforementioned (c) process.

[0023] According to the 1st power output unit and its control approach of such this invention When the rotational frequency of said driving shaft exceeded the threshold value of the rotational frequency which can be permitted in case said motor outputs power and it distinguishes In order to set up engine operational status based on the operational status and demand power of a motor which set up the operational status of said motor and were set up so that an output torque may serve as abbreviation 0, the rotational frequency of the driving shaft with which a power output unit is equipped is not restricted by the engine performance of said motor. The power which consists of a desired rotational frequency and torque in said driving shaft can be outputted operating said motor so that the output torque from said motor may serve as abbreviation 0, if sufficient power is outputted from an engine. Therefore, it becomes possible to suppress the engine performance of a motor required since desired power is outputted from a driving shaft, and magnitude of the motor with which a power output unit is equipped can be made smaller.

[0024] In the 1st power output unit of this invention, said power adjustment device is good also as having a generator and the planetary gear by which three revolving shafts were combined with the output shaft and said driving shaft of this generator and said engine, respectively.

[0025] Moreover, in the power output unit of this invention, said power adjustment device is good also as being the motor for Rota which has two pivotable Rota relatively.

[0026] Moreover, the rechargeable battery which exchanges power between said power adjustment devices and said motors in the 1st power output unit of this invention, The energy loss produced at least in case said power output unit operates, It has further an income-and-outgo calculation means to compute the energy balance for amending the power which should be outputted from said engine based on the charge-and-discharge demand in said rechargeable battery. When said engine-speed excess distinction means was over the threshold value of said engine speed and it distinguishes, in case said operational status setting means sets up the

operational status of said engine Based on the energy balance which said income-and-outgo calculation means computed, it has an amendment means to amend the power outputted from said engine by amending the engine speed of said engine. Said operation means is good also as operating said engine and said power adjustment device based on the result which said amendment means amended.

[0027] Since the engine rotational frequency has amended the power outputted from an engine even if it is the case where the output torque of said driving shaft is influenced by the output torque in such a configuration, then an engine, the torque outputted from a driving shaft does not change. Therefore, the power outputted from a driving shaft does not shift from desired magnitude by amending the power outputted from an engine.

[0028] While transmitting the power which the 2nd power output unit of this invention was combined with the driving shaft which outputs power to the output shaft and the exterior of an engine and this engine, and was outputted from said engine to said driving shaft The power adjustment device which adjusts the magnitude of the this power transmitted by exchange of power, A demand power calculation means to compute the demand power which is a power output unit equipped with the motor combined with said driving shaft, and was demanded from said engine, A rotational frequency excess distinction means to distinguish whether it is over the threshold value of the rotational frequency which inputs the rotational frequency of said driving shaft, and the rotational frequency of this driving shaft can permit in case said motor outputs power, When said rotational frequency excess distinction means was not over the threshold value of said rotational frequency and it distinguishes, while setting up the operational status of said engine based on said computed demand power A set torque means to set up the output torque of said motor based on the operational status of the set-up this engine, When a torque excess distinction means by which the output torque of said motor which said set torque means set up distinguishes whether it is over threshold value, and said torque excess distinction means were over the threshold value of said torque and it distinguishes While setting up the operational status of said motor, without the output torque of said motor exceeding said threshold value so that a rotational frequency may become equal to the rotational frequency of said driving shaft When an operational status setting means to set up the operational status of said engine, and said torque excess distinction means were over the threshold value of said torque based on the operational status and said demand power of said set-up this motor and it distinguishes Let it be a summary to have an operation means to operate said engine, said power adjustment device, and said motor so that the operational status of said motor and said engine may turn into operational status set up with said operational status setting means.

[0029] The 2nd power output unit of this invention constituted as mentioned above adjusts the magnitude of the power this transmitted by exchange of power while the power adjustment device combined with the driving shaft which outputs power to an engine output shaft and the engine exterior transmits the power outputted from said engine to said driving shaft. Such a power output unit distinguishes whether the rotational frequency of said driving shaft was inputted and the rotational frequency of this driving shaft is over the threshold value of the rotational frequency which can be permitted in case the motor combined with said driving shaft outputs power. When it was not over the threshold value of an engine speed and distinguishes, while setting up the operational status of said engine based on the demand power demanded from the engine, the output torque of said motor is set up based on the operational status of this set-up engine. Thus, while setting up the operational status of said motor, without the output torque of said motor exceeding said threshold value so that a rotational frequency may become equal to the rotational frequency of said driving shaft when the output torque of the set-up motor was over threshold value and it distinguishes, the operational status of said engine is set up based on the operational status and said demand power of said this set-up motor. Moreover, said engine, said power adjustment device, and said motor are operated so that the operational status of said motor and said engine may turn into set-up operational status.

[0030] Since according to the 2nd power output unit of such this invention that operational status is set up in said motor so that an output torque may not exceed threshold value, and engine operational status is set up based on the operational status of this set-up motor, the

power outputted from the driving shaft of a power output unit is not restricted by the engine performance of said motor. In said driving shaft, desired torque and a desired rotational frequency can be outputted, the output torque from said motor operating a motor by the operational status which becomes within the limits of the threshold value, if sufficient power is outputted from an engine. Therefore, it becomes possible to suppress the engine performance of a motor required since desired power is outputted from a driving shaft, and magnitude of the motor with which a power output unit is equipped can be made smaller.

[0031] Moreover, it has the power output unit of a publication 5 either, and the hybrid car of this invention makes it a summary to run with claim 1 thru/or the power outputted from said driving shaft.

[0032] According to such a hybrid car, a desired run state is realizable by not restricting the power outputted by the engine performance of said motor from said driving shaft, and outputting sufficient power from an engine. Therefore, it becomes possible to suppress the engine performance of the motor which should be carried in order to realize a desired run state in a car, and magnitude of the motor to carry can be made smaller. By becoming possible to miniaturize the motor which should be carried, while the degree of freedom of a car design improves, the effectiveness that reduction of cost can be aimed at is acquired.

[0033]

[Embodiment of the Invention] In order to clarify further a configuration and an operation of this invention explained above, the gestalt of operation of this invention is explained based on an example below.

(1) Explain the configuration of the hybrid car which applied the power output unit as an example of this invention at the beginning of the configuration of equipment using drawing 1. The power network of this hybrid car consists of the next configuration. The engine 150 as a prime mover with which the power network was equipped is the usual gasoline engine, and rotates a crankshaft 156. Operation of an engine 150 is controlled by the fuel-injection control electronic control (hereafter referred to as EFIECU) 170. EFIECU170 is a one-chip microcomputer which has CPU, ROM, RAM, etc. inside, and performs control of the fuel injection and others of an engine 150 according to the program to which CPU was recorded on ROM. Although illustration was omitted, in order to enable these control, the various sensors in which the operational status of an engine 150 is shown are connected to EFIECU170.

[0034] Otherwise, the power network is equipped with motors MG1 and MG2. Motors MG1 and MG2 are constituted as a synchronous motor generator, and are equipped with Rota 132,142 which has two or more permanent magnets in a peripheral face, and the stator 133,143 around which the three phase coil which forms rotating magnetic field was wound. The stator 133,143 is being fixed to the case 119. The three phase coil wound around the stator 133,143 of motors MG1 and MG2 is connected to the dc-battery 194 through the drive circuit 191,192, respectively. The drive circuit 191,192 is the transistor inverter equipped with the transistor as a switching element by 2 set [ 1 ] for every phase. The drive circuit 191,192 is connected to the control unit 190. With the control signal from a control unit 190, if the transistor of the drive circuit 191,192 is switched, a current will flow between a dc-battery 194 and motors MG1 and MG2. When it can also operate as a motor which carries out a rotation drive in response to supply of power from a dc-battery 194 and Rota 132,142 is rotating according to external force, motors MG1 and MG2 can function as a generator which makes the both ends of a three phase coil produce electromotive force, and can also charge a dc-battery 194.

[0035] An engine 150 and motors MG1 and MG2 are mechanically combined through planetary gear 120, respectively. Planetary gear 120 consist of planetary carriers 124 which have a sun gear 121, a ring wheel 122, and the planetary pinion gear 123. By the hybrid car of this example, the crankshaft 156 of an engine 150 is combined with the planetary carrier shaft 127 through the damper 130. The damper 130 is formed in order to absorb twist vibration produced in a crankshaft 156. Rota 132 of a motor MG 1 is combined with the sun gear shaft 125. Rota 142 of a motor MG 2 is combined with the ring wheel shaft 126. Rotation of a ring wheel 122 is transmitted to an axle 112 and Wheels 116R and 116L through a chain belt 129.

[0036] It is as having explained actuation of planetary gear 120 using the collinear Fig. of drawing

2. The hybrid car of this example can run in the various condition based on an operation of planetary gear 120. That is, as mentioned already, by controlling operation of motors MG1 and MG2, the power outputted from the engine 150 can be changed into various rotational frequencies and the rotation condition of torque, and can be outputted to an axle 112.

[0037] The whole operation of the power output unit of this example is controlled by the control unit 190. A control unit 190 is a one-chip microcomputer which has CPU, ROM, RAM, etc. inside like EFIECU170. The control unit 190 is connected with EFIECU170, and both can transmit various information mutually. A control unit 190 can control operation of an engine 150 indirectly by transmitting information which is needed for control of an engine 150, such as a torque command value and a command value of an engine speed, to EFIECU170. A control unit 190 is setting an informational exchange to EFIECU170 in this way, and controls operation of the whole power output unit. In order to realize such control, the sensor 144 for getting to know various sensors, for example, the rotational frequency of an axle 112, the accelerator pedal position sensor (not shown) which detects the treading-in condition of an accelerator pedal are connected to the control unit 190. Here, in this example, since it is combined mechanically, the ring wheel shaft 126 and an axle 112 form the sensor 144 for getting to know the rotational frequency of an axle 112 in the ring wheel shaft 126, and are using it as the sensor for controlling rotation of a motor MG 2 in common.

[0038] In addition, the hybrid car of this example can tell the power which the engine 150 outputted to an axle 112 through planetary gear 120 and motors MG1 and MG2, as described above, and it can also choose and run different operation mode besides the operation mode of realizing desired operational status in an axle 112. For example, it is also possible for an engine 150 to stop and to run using the power supplied from a dc-battery 194. Since such other operation modes cannot be found direct Seki straw with the important section of this invention, the explanation beyond this is omitted.

[0039] (2) Explain torque control processing, next the torque control processing in this example. The processing which outputs the power which torque control processing controls an engine 150 and motors MG1 and MG2, and consists of the torque and the rotational frequency which were demanded from an axle 112 is said. The flow chart of the torque control processing in this example is shown in drawing 6. This routine is repeatedly performed [ within the period which an engine 150 drives by CPU in a control unit 190 (only henceforth CPU) ] for every predetermined time by the timer interrupt.

[0040] If a torque control manipulation routine is started, CPU will input accelerator opening and the vehicle speed Nm (step S100). Here, accelerator opening can be known based on the signal inputted from the accelerator pedal position sensor mentioned already. Moreover, the vehicle speed Nm can be known from the rotational frequency of the ring wheel shaft 126 which the sensor 144 mentioned already detected, and the rotational frequency of the ring wheel shaft 126 is used for it as the vehicle speed by the following processings. Next, CPU sets up driving force (target torque committed to ring wheel shaft 126 here although controlled system is output torque from axle 112)  $Tp^*$  based on the information inputted at step S100 (step S110). In a control unit 190, accelerator opening and the vehicle speed, and relation with driving force  $Tp^*$  are beforehand memorized as a map in ROM, and CPU determines driving force  $Tp^*$  by referring to this map.

[0041] If it asks for driving force  $Tp^*$ , CPU will compute engine demand power  $Pe^*$  next (step S120). This engine demand power  $Pe^*$  is transit power computed from the product of driving force  $Tp^*$  and the vehicle speed Nm. Thus, if engine demand power  $Pe^*$  is computed, CPU will compute target income and outgo (step S130). Here, since desired power is actually outputted from an axle 112, target income and outgo serve as criteria which amend the power outputted from an engine.

[0042] In case the power outputted from the engine 150 is told to an axle 112 through planetary gear 120 or motors MG1 and MG2 and is outputted at predetermined torque and a predetermined rotational frequency, power is not necessarily transmitted at 100% of effectiveness. Therefore, if the loss of the energy produced while power is transmitted is taken into consideration, in order to output desired power in an axle 112, an engine 150 needs to

output much power rather than above-mentioned demand power  $P_{e*}$ . Moreover, the power which should be outputted from an engine 150 is influenced also by the remaining capacity (SOC) of a dc-battery 194. That is, there is the need that an engine 150 provides the energy for charging a dc-battery 194 when the remaining capacity of a dc-battery 194 is below the specified quantity (it revives too much by MG1 or MG2 in fact), and when the remaining capacity of a dc-battery 194 is more than the specified quantity, in order to prevent overcharge of a dc-battery 194, power needs to take out from a dc-battery 194, and the power which an engine 150 should output according to the electric energy taken out from this dc-battery 194 decreases. Thus, it can ask for target income and outgo as the loss produced in case power is transmitted, and a function which made remaining capacity of a dc-battery 194 the variable, and an engine 150 is computed compared with engine demand power  $P_{e*}$  computed at step S120 as a value which should output much power or power only with which [ little ].

[0043] If target income and outgo are computed, CPU will judge next whether the rotational frequency of a motor MG 2 is over the threshold value of MG2 rotational frequency (step S140). The threshold value of the rotational frequency at the time of a motor MG 2 outputting power can be known from the output-characteristics Fig. of the motor MG 2 shown in drawing 4 mentioned already. That is, in drawing 4, the rotational frequency corresponding to the point LIM which is an intersection of the line and axis of abscissa on which the limitation of the operational status of a motor MG 2 is shown is the threshold value of the rotational frequency at the time of a motor MG 2 outputting power, and it judges whether several Nm rotation of the ring wheel shaft 126 inputted at step S100 is over this threshold value.

[0044] When it is judged that the rotational frequency of a motor MG 2 does not exceed threshold value, CPU sets up target rotational frequency  $N_{e*}$  for outputting the target operation point of an engine 150, i.e., engine demand power  $P_{e*}$  computed at step S120, according to the usual control, and target torque  $T_{e*}$  (step S150). In such control, the operation point with which operation effectiveness becomes the highest as the operation point of an engine 150 is chosen from a map.

[0045] The operation point of an engine 150 and the relation of operation effectiveness are shown in drawing 7. The curve B in drawing shows the rotational frequency which can operate an engine 150, and the threshold value of torque. It is an effectiveness line that the curve shown at  $\alpha 1\%$ ,  $\alpha 2\%$ , etc. in drawing 7 becomes respectively fixed [ the effectiveness of an engine 150 ] etc., and it is shown that effectiveness becomes low at order ( $\alpha 1\%$  and  $\alpha 2\%$ ). An engine 150 has high effectiveness on the operation point limited comparatively, and effectiveness falls gradually on the operation point of the perimeter as shown in drawing 7.

[0046] Among drawing 7, the curve shown by C1-C1, C2-C2, and C3-C3 is a curve with the fixed power outputted from an engine 150, and the operation point of an engine 150 is chosen on the predetermined curve corresponding to demand power among these curves. The condition that demand power is low is shown in order of C1-C1, C2-C2, and C3-C3. For example, when demand power  $P_{e*}$  to an engine 150 is equivalent to the power expressed with curvilinear C1-C1, the operation point of an engine 150 is set as A1 point to which operation effectiveness becomes the highest on Ccurvilinear C1-1. Similarly, on C2-C2 curve, the operation point is set as A2 point on C3-C3 curve at A3 point. The relation of the rotational frequency of an engine 150 and operation effectiveness on Ccurvilinear C1-C1, C2-C2, and C3-3 is shown in drawing 8. In addition, in drawing 8, as a curve corresponding to predetermined demand power, for convenience, although only the thing corresponding to three curves in drawing 7 of explanation is illustrated, such a curve can be innumably drawn according to a demand output, and can also choose the operation point A1 grade of an engine 150 innumably. Thus, the curve drawn by connecting the point that the operation effectiveness of an engine 150 is high is the curve A in drawing 7, and calls this a performance curve.

[0047] If the operation point of an engine 150 is set up by the above processing next, the target rotational frequency of the engine 150 set up at this step S150 will be amended (step S170). Processing of amendment of this engine speed amends the power outputted from an engine 150 by amending the target engine speed of an engine 150 so that desired power may actually be outputted from an axle 112. Here, target rotational frequency  $N_{e*}$  is amended based on the

target income and outgo computed at step S130, and the output state from motors MG1 and MG2. When power currently outputted by the current motors MG1 and MG2 is set to  $P_g$  and  $P_m$ , respectively, in current operational status, the income and outgo between the power outputted from an engine 150 and the power outputted from an axle 112 are expressed with the sum of  $P_g$  and  $P_m$ . Then, the amount of amendments of target rotational frequency  $N_e^*$  is the following formulas and target income and outgo.  $-(P_g+P_m)$

It can come out and can ask by performing proportional plus integral plus derivative control (PID control) based on the deflection of the income and outgo expressed. At step S170, what applied this amount of amendments to target engine-speed  $N_e^*$  of the engine 150 for which it asked at step S150 is newly made into target engine-speed  $N_e^*$  of an engine 150.

[0048] Although the value of  $P_g$  and  $P_m$  should be power by which the current output is carried out from the motor MG 1 and the motor MG 2 here as described above Since it is difficult to survey power and an output torque, here The torque command value by which current appearance is carried out to the motor MG 1 and the motor MG 2 (namely, torque command value set up when a torque control manipulation routine was performed last time),  $P_g$  and  $P_m$  are calculated based on the actual measurement of the sensor which detects the rotational frequency of motors MG1 and MG2. In the hybrid car of this example, if the loss of energy or the remaining capacity of a dc-battery 194 which were mentioned already are not usually taken into consideration, it is controlled so that the sum of  $P_g$  and  $P_m$  serves as a value 0. However, in fact, control is performed, taking target income and outgo into consideration, and it asks for the sum of  $P_g$  and  $P_m$  in actuation of motors MG1 and MG2 based on the rotational frequency surveyed as described above since delay arose to a control command, and the amount of amendments of target rotational frequency  $N_e^*$  is calculated based on the difference of this and the target income and outgo mentioned already. In addition, since PID control is the well-known control approach, detailed explanation is omitted.

[0049] If target rotational frequency  $N_e^*$  of an engine 150 is amended in step S170 next, target rotational frequency  $N_g^*$  of the operation point 1 of a motor MG 1, i.e., MG, and target torque  $T_g^*$  will be set up (step S180). Since target rotational frequency  $N_e^*$  of the target rotational frequency 127 of an engine 150, i.e., a planetary carrier shaft, is set up and several  $N_m$  rotation of the target rotational frequency 126 of an axle 112, i.e., a ring wheel shaft, is inputted, target rotational frequency  $N_g^*$  of the target rotational frequency MG 1 of the sun gear shaft 125, i.e., a motor, can be set up with a collinear Fig. as shown in drawing 2. From the first, at step S180, target rotational frequency  $N_g^*$  of a motor MG 1 is set up by the predetermined proportion equation drawn from a collinear Fig. The formula which asks for target rotational frequency  $N_g^*$  of a motor MG 1 is shown as (5) types below. moreover -- a motor -- MG -- one -- a target -- torque --  $T_g^*$  -- \* -- drawing 2 -- having been shown -- as -- a collinear -- a Fig. -- a property -- depending -- if -- having mentioned already -- (three --) -- a formula -- being based -- it can ask -- although -- actual -- PID control -- setting up -- having .

[0050]

$$N_g^* = (1 + \rho) / \rho \cdot N_e^* - 1 / \rho \cdot N_m \quad (5)$$

[0051] As for CPU, a setup of the operation point of a motor MG 1 sets up the operation point of a motor MG 2 next (step S190). Since several  $N_m$  rotation of the ring wheel shaft 126 inputted at step S100 is given as a target rotational frequency of a motor MG 2, target torque  $T_m^*$  of a motor MG 2 is set up here. Although target torque  $T_m^*$  which is a motor MG 2 is called for by substituting for (4) types which mentioned already driving force  $T_p^*$  and engine target torque  $T_e^*$  with the property based on the collinear Fig. mentioned already, it is set up by PID control in fact.

[0052] In this way, according to the set-up operation point, CPU performs control processing about operation of motors MG1 and MG2 and an engine 150 (step S200), and ends this routine. The electrical potential difference impressed to the three phase coil of each motor according to the target rotational frequency and target torque which were set up is set up, and control of motors MG1 and MG2 switches the transistor of the drive circuit 191,192 according to deflection with the applied voltage in this time. About the approach of controlling a synchronous motor, since it is common knowledge, detailed explanation is omitted here.

[0053] Since the control processing for operating on the set-up operation point also about an engine 150 is common knowledge, it omits explanation here. However, EFIECU170 actually controls an engine 150. Therefore, in the processing in step S200 in a torque control manipulation routine, processing which transmits required information, such as the operation point of an engine 150, from a control unit 190 to EFIECU170 is performed. Thus, by transmitting information, CPU of a control unit 190 controls operation of an engine 150 indirectly.

[0054] In step S140, when it judges that the rotational frequency of a motor MG 2 is over threshold value, CPU sets up the target target operation point of an engine 150, i.e., target rotational frequency  $Ne^*$ , and target torque  $Te^*$  by different control from the usual control mentioned already (step S160). Here, the operation point of an engine 150 is set up based on driving force  $Tp^*$  and engine demand power  $Pe^*$  which were computed at steps S110 and S120.

[0055] The condition that the rotational frequency of a motor MG 2 is over threshold value is equivalent to the operational status shown as a point beta by drawing 4. The rotational frequency (operational status based on several Nm rotation of the ring wheel shaft 126 inputted as the torque command value currently taken out to the present MG 2 at step S100) of a motor MG 2 like [ in the case of corresponding to the point beta in drawing 4 ] When it is over the threshold value at the time of a motor MG 2 outputting power, the operation point of an engine 150 is set up instead of considering as the point with which effectiveness becomes the highest so that target torque  $Tm^*$  of MG2 may become a value 0. If a value 0 is assigned to  $Tm$  in (4) types mentioned already, the following (6) types will be materialized.

[0056]

$$Te = (1 + \rho) \times Tp \quad \text{--- (6)}$$

[0057] Here, since  $Tp$ , i.e., driving force  $Tp$ , \* is called for in step S110, target torque  $Te^*$  of an engine 150 is called for in the above-mentioned (6) formula by assigning the value of  $Tp^*$  for which it asked at step S110 to  $Tp$  in a formula.

[0058] Thus, if it asks for target torque  $Te^*$  of an engine 150, it will ask for target rotational frequency  $Ne^*$  of an engine 150 based on this value. Although the operation point of an engine 150 and the relation of operation effectiveness were shown in drawing 7, as mentioned already, when demand power is determined, an engine 150 is on the curve corresponding to this demand power (on the predetermined curve from which the power outputted as C1-C1, C2-C2, and C3-C3 showed becomes fixed), and can take the various operation points. Therefore, in this case, on such a curve corresponding to demand power  $Pe^*$  computed at step S120, the operation point corresponding to target torque  $Te^*$  called for based on the above-mentioned (6) formula is chosen, and target rotational frequency  $Ne^*$  of an engine 150 is set up.

[0059] The curve which connected the operation point with which the power outputted to drawing 9 from an engine 150 becomes demand power  $Pe^*$  computed at step S120 is shown as curvilinear  $Pe^*$ . At step S160, the operation point D1 used as  $Te^*$  which the engine torque computed on this curvilinear  $Pe^*$  based on the above-mentioned (6) formula is chosen, and it asks for target rotational frequency  $Ne^*$  corresponding to this operation point. In addition, although the performance curve A (it is the same as the curve A in drawing 7) which connected with drawing 9 the point that engine operation effectiveness was the highest was shown collectively, at step S150 mentioned already, the point of operation which hits at the intersection D2 of curvilinear  $Pe^*$  and a performance curve A is considered as the operation point of an engine 150.

[0060] After setting up the operation point of an engine 150, the same processing as step S200 is performed from step S170 mentioned already. At step S170, based on the target income and outgo computed at step S130, target engine-speed  $Ne^*$  of an engine 150 is amended, and this amends engine demand power  $Pe^*$ . If such processing is expressed on drawing 9, target torque  $Te^*$  will set up the operation point D3 as the operation point of an engine 150 by amending target engine-speed  $Ne^*$  to  $Ne^*2$ , without changing. Here, since the operation point D3 is a point on the curve whose output power from an engine 150 is  $Pe^*2$ , the output power from an engine 150 is amended by such processing  $Pe^*2$ .

[0061] The operational status of MG1 is set up at step S180. planetary one -- a carrier -- a shaft -- 127 -- a target -- an engine speed --  $Ne$  -- \* -- an engine -- 150 -- amending --



having had -- a target -- an engine speed --  $N_e$  -- \* -- two -- \*\*\*\*\* -- setting up -- having -- \*\*\*\* -- a ring wheel -- a shaft -- 126 -- rotation -- several --  $N_m$  -- inputting -- having -- \*\*\*\* -- a sake -- a collinear -- a Fig. -- being based -- actual -- the following -- having been shown -- ( -- five -- ) -- a formula -- being based -- a sun gear -- a shaft -- 125 -- a target -- an engine speed -- namely, -- a motor -- MG -- one -- a target -- an engine speed --  $N_g$  -- \* -- setting up -- having -- . moreover -- a motor -- MG -- one -- a target -- torque --  $T_g$  -- \* -- a collinear -- a Fig. -- a property -- being based -- if -- having mentioned already -- ( -- three -- ) -- a formula -- and -- ( -- six -- ) -- a formula -- the following -- being shown -- ( -- seven -- ) -- a formula -- it can express -- actual -- having mentioned already -- PID control -- setting up -- having .

[0062]

$T_g = -R_{hox} T_p$  -- (7)

[0063] Although step S190 is a step for setting up the operational status of a motor MG 2, since processing not more than step S160 is made as it is the vehicle speed  $N_m$  which inputted the target rotational frequency of a motor MG 2 at step S100 and target torque  $T_m$  of a motor MG 2 becomes a value 0, the operational status of a motor MG 2 is not newly determined in fact here. In addition, in step S170, since demand power  $P_e$  of an engine 150 is amended by amending target engine-speed  $N_e$  of an engine 150, without changing target torque  $T_e$  of an engine 150, even if it amends demand power of such an engine 150, the target torque of MG2 is still a value 0 (refer to (3) types mentioned already). In this way, according to the set-up operation point, CPU performs control processing about operation of motors MG1 and MG2 and an engine 150 (step S200), and ends this routine.

[0064] A continuous line shows the collinear Fig. at the time of performing processing not more than step S160 which was described above to drawing 10 . Step S When performing 160 or less processing, engine demand power  $P_e$  is computed based on driving force  $T_p$  called for at step S110, the operation point of an engine 150 is set up based on this, but at this time, target rotational frequency  $N_e$  of an engine 150 and target torque  $T_e$  are called for so that the target torque of a motor MG 2 may serve as a value 0. Moreover, the operational status of a motor MG 1 is set up corresponding to these results.

[0065] In addition, when performing processing not more than step S150 in the condition that the car is running similarly at high speed, it will be in the condition of a collinear Fig. shown in drawing 5 mentioned already. Step S When performing 150 or less processing, engine demand power  $P_e$  is computed based on driving force  $T_p$ , the operation point of an engine 150 is set up based on this, but at this time, target rotational frequency  $N_e$  of an engine 150 and target torque  $T_e$  (inside  $T_e$  of drawing) are called for so that the effectiveness of an engine 150 may become the highest. Moreover, according to several  $N_m$  rotation of these results and ring wheel shafts 126, target torque  $T_g$  of motors MG1 and MG2,  $T_m$ , and target rotational frequency  $N_g$  of a motor MG 1 are called for.

[0066] Here, in drawing 10 , the dotted line shows further the collinear Fig. corresponding to the condition of being set up when several  $N_m$  rotation of the ring gear shaft 126 and driving force  $T_p$  are the same as this case in addition to the collinear Fig. at the time of performing processing not more than step S160 and it performs processing not more than step S150. When processing not more than step S160 shown in drawing 10 is performed, in the operational status of a collinear Fig. Step S It compares, when performing 150 or less processing. Output power on an equal curve  $T_p$  and driving force  $T_p$  which divided (refer to drawing 9 ) and  $T_e$  by enlarging target engine-speed  $N_e$  of an engine 150 more, and making target torque  $T_e$  of an engine 150 smaller in connection with this is balanced, and target torque  $T_m$  of a motor MG 2 is made into the value 0. If such operation is performed, the output shaft of a motor MG 2 rotates by several  $N_m$  rotation, without outputting torque, and the ring wheel shaft 126 will output the engine direct torque (torque generated on the ring wheel shaft 126 by the torque which an engine 150 outputs)  $T_p$  which balances with driving force  $T_p$ , rotating by several  $N_m$  rotation.

[0067] In addition, if the output torque of a motor MG 2 is abbreviation 0, the power  $P_m$  outputted from a motor MG 2 will serve as abbreviation 0. Therefore, regardless of the target income and outgo mentioned already, the power  $P_g$  outputted from a motor MG 1 and the power



Pm outputted from a motor MG 2 balance, and in the condition that both sum serves as a value 0, if the output torque of a motor MG 2 is abbreviation 0, the power Pg outputted from a motor MG 1 will also serve as abbreviation 0. Target torque Tg\* of a motor MG 1 is expressed with drawing 10 which shows such a condition as force which balances with the torque Tes which distributed target torque Te\* of an engine 150 based on the distributive law which acts on the rigid body, and target rotational frequency Ng\* of a motor MG 1 is expressed with it as abbreviation 0. In addition, processing shown in drawing 6 is performed, and in actually performing control in consideration of target income and outgo, the sun gear shaft 125 rotates a motor MG 1 at a predetermined rotational frequency in order to perform regeneration or power running according to the remaining capacity of a dc-battery 194.

[0068] Here, in the power output unit of this example, when the operational status of the motor MG 2 set up at step S190 exceeds threshold value, in case the operation control of a motor MG 2 is performed at step S200, the output torque of a motor MG 2 is abbreviation 0 compulsorily, and the operational status exceeding a limitation is not taken. In such a case, in case the torque control manipulation routine shown in drawing 6 is performed next time, at step S140, the operational status (operational status exceeding the threshold value of the operational status of a motor MG 2) of the motor MG 2 set up at step S190 of the torque control manipulation routine performed last time is called, it is judged as the thing beyond threshold value, and processing not more than step S160 mentioned already is performed. Therefore, a desired run state is realized immediately, balancing the output of motors MG1 and MG2 without operating a motor MG 2 in the condition of exceeding the threshold value, also when the operational status of a motor MG 2 will exceed threshold value, if processing not more than step S150 is performed.

[0069] Moreover, although [ the above-mentioned example ] target income and outgo are computed in step S130, the target engine speed of an engine 150 is amended in step S170 based on this result and demand power Pe\* in an engine 150 is amended by this. It is good also as amending demand power Pe\* in an engine 150 first, and setting up the operation point of an engine 150 at step S150 and step S160 based on this based on the target income and outgo computed at step S130.

[0070] Such a configuration is explained based on drawing 9. In such a case, demand power Pe\* which should be first outputted from an engine 150 based on the target income and outgo computed in step S130 is amended. Such actuation is equivalent to the actuation which presupposes that the operation point of an engine 150 is set up not on curvilinear Pe\* but on curvilinear Pe\*2 in drawing 9. In judging that the operational status of a motor MG 2 exceeded threshold value in step S140 here and performing processing not more than step S160 The operation point which serves as a value corresponding to (6) types which target torque Te\* of an engine 150 mentioned already on these curvilinear Pe\*2 (operation point with which target torque Tm\* of a motor MG 2 becomes a value 0), That is, the operation point D3 in drawing 9 is chosen, and the operational status of an engine 150 is set up. In addition, what is necessary is to choose the operation point D4 which is the intersection of curvilinear Pe\*2 and a performance curve A, and just to set up the operational status of an engine 150, in judging that the operational status of a motor MG 2 does not exceed threshold value in step S140 and performing processing not more than step S150.

[0071] By the car equipped with the power output unit of this example constituted as mentioned above, when the rotational frequency of a motor MG 2 is over threshold value, based on the operational status and demand power of a motor MG 2 which set up the operational status of a motor MG 2 so that output-torque Tm\* might be substantially set to 0, and were set up in this way, the operational status of an engine 150 and a motor MG 1 is set up. Therefore, rotating the ring wheel shaft 126 at the engine speed which exceeds the threshold value of the engine speed in the operational status in which the output of a motor MG 2 is possible by outputting sufficient power from an engine 150, desired torque can be outputted from the ring wheel shaft 126 by engine direct torque, and the vehicle speed is not restricted by the engine performance of a motor MG 2. Thus, since the vehicle speed is not restricted by the engine performance of a motor MG 2, in order to guarantee the predetermined vehicle speed in a car, the motor MG 2 which should be carried in a car can be miniaturized more. By the ability of a motor MG 2 to be

miniaturized more, effectiveness, such as improvement in the degree of freedom of a design of lightweight-izing of a car and a car or reduction of the manufacturing cost of a car, can be acquired.

[0072] In addition, also in the case of the operational status corresponding to the point gamma 1 in drawing 4, same processing can be performed although the above-mentioned explanation described the control performed in case it is judged that the rotational frequency of a motor MG 2 exceeds threshold value in step S140 (operational status corresponding to the point beta in drawing 4). That is, the rotational frequency of a motor MG 2 can perform same processing, also when the target torque which is the case where it is not over threshold value, and is set up to a motor MG 2 exceeds the threshold value of the motor MG 2 shown in drawing 4. When a motor MG 2 is not over the threshold value (rotational frequency corresponding to Point LIM) of the rotational frequency in the operational status in which an output is possible, while making several Nm rotation of a motor MG 2 into the value calculated from the vehicle speed like the operational status corresponding to a point gamma 1, target torque  $T_m^*$  chooses a small value and should just define the operation point rather than it becomes within the limits of the threshold value of the operational status of a motor MG 2. It replaces with \*\*\*\*\* and a point gamma 1, and the operation point corresponding to a point gamma 2 is chosen as drawing 4. Thus, based on the operation point of a motor MG 2 and demand power  $P_e^*$  of an engine 150 which were set up, the operation point of an engine 150 can be set up and the operation point of a motor MG 1 can be further set up by this.

[0073] Thus, when processing described above at the time of the operational status corresponding to the point gamma 1 shown in drawing 4 is performed and it is judged that the rotational frequency of a motor MG 2 is not over threshold value in step S140 of a torque control manipulation routine shown in drawing 6, step S150 to the step S190 is once processed, and target torque  $T_m^*$  of the motor MG 2 when usually controlling is set up. What is necessary is to replace with processing not more than step S160, and just to perform the above-mentioned processing, when it judges whether the operational status expressed with this target torque  $T_m^*$  of a motor MG 2 and several Nm rotation that were once set up is over the threshold value of the operational status of the motor MG 2 shown in drawing 4, or (for example, is it the operational status corresponding to a point gamma 1?) target torque is over threshold value and it is judged that it is over threshold value. In such processing, as target torque  $T_m^*$  of a motor MG 2, the operational status (for example, operational status corresponding to a point gamma 2) of a motor MG 2 is anew set up so that a small value may be chosen rather than it becomes within the limits of the threshold value of the operational status of a motor MG 2, and based on that the output torque of a motor MG 2 becomes above-mentioned  $T_m^*$ , and demand power  $P_e^*$ , the operational status of an engine 150 is set up anew. If the power outputted from an engine 150 by amending the target engine speed of an engine 150 from the first is amended, desired torque can be made to output in a motor MG 2.

[0074] Moreover, although the above-mentioned explanation explained control in case the operational status of a motor MG 2 exceeds threshold value, control with the same said of a motor MG 1 can be performed. As mentioned already, output-torque  $T_g^*$  of a motor MG 1 is considered also when such a value exceeds the limitation of a motor MG 1, although engine output-torque  $T_e^*$  is determined. When the output torque of a motor MG 1 exceeds a limitation, even if allowances are in the power outputted from an engine 150, sufficient driving force  $T_p$  will be obtained only by setting up the output torque of a motor MG 1 small. In such a case, while determining the output-torque  $T_g^*$  that the operational status of a motor MG 1 will not exceed a limitation and setting up engine output-torque  $T_e^*$  based on this, output-torque  $T_m^*$  of a motor MG 2 is set up so that driving force  $T_p^*$  may work in the ring wheel shaft 126 (refer to (3) types and (4) types). Engine-speed  $N_e^*$  can be set up based on engine demand power  $P_e^*$  and engine output-torque  $T_e^*$ , and, finally the rotational frequency of a motor MG 1 is set up. By performing such control, the power which consists of desired torque and a desired rotational frequency can be outputted from the ring wheel shaft 126 by not being concerned with the threshold value of the engine performance of a motor MG 1, but outputting sufficient power from an engine 150.

[0075] (3) In the example beyond other examples, the hybrid car of a configuration of having

used planetary gear 120 was illustrated. This invention is applicable not only to such a configuration but the hybrid car of other configurations. Planetary gear 120, an engine 150, a motor MG 1, and a motor MG 2 can take the configuration combined in various modes from the first. Moreover, it has the same operation as planetary gear 120, i.e., three revolving shafts, and the device of others which distribute at arbitration the power inputted from the revolving shaft of 1 to two residual revolving shafts, and do so the operation in which an output is possible can also be adopted.

[0076] Furthermore, the configuration which realizes an operation of planetary gear 120 and a motor MG 1 by one device is also possible, and such a configuration is explained as the 2nd example as shown below. Drawing 11 is the explanatory view showing the configuration of the hybrid car of the 2nd example. It replaces with planetary gear 120 and a motor MG 1, and is different from the example mentioned already at the point using the clutch motor CM with the hybrid car of the 2nd example. In addition, in drawing 11, to the member corresponding to the hybrid car shown in drawing 1, the same member number is attached and the explanation in connection with the configuration which is common in the example mentioned already is omitted.

[0077] It is the motor for Rota which has two pivotable Rota, i.e., the inner rotors 232 and outer rotors 233, relatively [ motor / CM / clutch ] in the circumference of the same axle. In this example, the permanent magnet is stuck on the inner rotor 232 like Rota of a motor MG 2, and the motor around which the coil was wound was applied to the outer rotor 233. The crankshaft 156 of an engine 150 is combined with the inner rotor 232, and Rota of a motor MG 2 is combined with the outer rotor 233. An outer rotor 233 is mechanically combined also with a driving shaft 113 again.

[0078] Magnetic association with the inner rotor 232 and an outer rotor 233 is controllable by the clutch motor CM by controlling the energization to a coil by the drive circuit 191. The drive circuit 191 consists of transistor inverters like the 1st example. By such magnetic association, the power outputted from the engine 150 can be transmitted to a driving shaft 113. Moreover, the power according to a slippage can be revived by rotating the inner rotor 232 and an outer rotor 233, where it has predetermined slipping. Naturally, it is also possible to output torque in response to supply of power from a dc-battery 194. That is, the clutch motor CM can do so an operation equivalent to planetary gear 120 and the combination of a motor MG 1 alone.

[0079] Also in such a hybrid car, the same control as the example mentioned already can be performed. In the hybrid car of the 2nd example, the actuation which performs the same processing as the torque control manipulation routine shown in drawing 6 is explained below. In addition, since explanation is easy, processing of the amendment based on the target income and outgo shown in drawing 6 R> 6 is omitted here.

[0080] First, like step S100 of drawing 6, accelerator opening and the vehicle speed (rotational frequency of a driving shaft 113)  $N_m$  are inputted, and it asks for driving force  $T_p^*$  based on this (it corresponds to step S110). If it asks for driving force  $T_p^*$ , CPU will compute engine demand power  $P_e^*$  next as transit power computed from the product of driving force  $T_p^*$  and the vehicle speed  $N_m$  (it corresponds to step S120). Then, it judges whether the operational status (operational status based on several  $N_m$  rotation of the driving shaft 113 previously inputted as the torque command value currently taken out to the current motor MG 2) of a motor MG 2 is over threshold value like step S140 (it corresponds to step S140).

[0081] Like the operational status corresponding to the point beta shown in drawing 4 here, when the rotational frequency of a motor MG 2 is over threshold value, as for the operational status of a motor MG 2, target torque  $T_m^*$  is set up with Above  $N_m$  like the example mentioned already, as for abbreviation 0 and a target rotational frequency. Moreover, case [ whose operational status of a motor MG 2 is / like the operational status corresponding to the point gamma 1 shown in drawing 4 ], the target rotational frequency of the operational status of a motor MG 2 is Above  $N_m$ , and target torque  $T_m^*$  is set as the operational status (it corresponds to the point gamma 2 of drawing 4 ) which does not exceed the threshold value of the engine performance of a motor MG 2.

[0082] By the hybrid car of a configuration of having been shown in drawing 11, if target torque

$T_m^*$  and driving force  $T_p^*$  of a motor MG 2 are determined, target torque  $T_c^*$  of the clutch motor CM can be set up from both difference. If target torque  $T_m^*$  of a motor MG 2 is abbreviation 0, driving force  $T_p^*$  and target torque  $T_c^*$  of the clutch motor CM will become equal.

[0083] Moreover, by the hybrid car of the 2nd example, since the output torque of the clutch motor CM and the output torque of an engine 150 become equal, if target torque  $T_c^*$  of the clutch motor CM is set up, target torque  $T_e^*$  of an engine 150 will also be determined. Since demand power  $P_e^*$  of an engine 150 is computed in the process corresponding to step S120 of drawing 6 here, based on this demand power  $P_e^*$  and target torque  $T_e^*$ , target rotational frequency  $N_e^*$  of an engine 150 is also determined.

[0084] Moreover, at the process corresponding to step S140 of drawing 6, when it is judged that the operational status of a motor MG 2 is not over threshold value, the operation point is set up to an engine 150 so that engine demand power  $P_e^*$  computed at the process corresponding to step S120 may be outputted like the example mentioned already, and the effectiveness of an engine 150 may become the highest. Thus, decision of target torque  $T_e^*$  of an engine 150 and target engine-speed  $N_e^*$  sets up the same value as target torque  $T_e^*$  of an engine 150 as target torque  $T_c^*$  of the clutch motor CM. Moreover, target torque  $T_m^*$  of a motor MG 2 is set up from the difference of driving force  $T_p^*$  and target torque  $T_c^*$  of the clutch motor CM. In addition, in fact, in case such control is performed, amendment by target income and outgo is performed like drawing 6, and the operational status of an engine 150 and the operational status of the clutch motor CM are amended based on target income and outgo.

[0085] As mentioned above, in the hybrid car of a configuration of having been shown in drawing 11, although the case where the operational status of a motor MG 2 exceeded a limitation was explained, when the output torque of the clutch motor CM surpasses threshold value, it becomes possible by setting up the operational status of an engine 150 according to the engine performance of the clutch motor CM to output desired torque from a driving shaft 113. When the output torque of the clutch motor CM exceeds threshold value, the target torque  $T_c^*$  is set up so that a limitation may not be exceeded. Since target torque  $T_c^*$  of the clutch motor CM becomes equal to target torque  $T_e^*$  of an engine 150, it can set up target rotational frequency  $N_e^*$  of an engine 150 from target torque  $T_e^*$  of this engine 150, and engine demand power  $P_e^*$ . Moreover, target torque  $T_m^*$  of a motor MG 2 can be set up as a difference of driving force  $T_p^*$  and target torque  $T_c^*$  of the clutch motor CM.

[0086] Thus, also in the hybrid car of the 2nd example, without enlarging a motor MG 2 and the clutch motor CM by outputting sufficient power from an engine 150 and setting up the operational status of an engine 150 according to the threshold value of the operational status of a motor MG 2 and the clutch motor CM, a desired rotational frequency and torque are outputted in a driving shaft 113, and it becomes possible to fully secure the engine performance of a car.

[0087] Although the example of this invention was explained above, as for this invention, it is needless to say that it can carry out with the aspect which becomes various within limits which are not limited to such an example at all and do not deviate from the summary of this invention.

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DESCRIPTION OF DRAWINGS**

---

**[Brief Description of the Drawings]**

[Drawing 1] It is the explanatory view showing the outline configuration of the hybrid car using the power output unit as an example of this invention.

[Drawing 2] It is a collinear Fig. explaining the working principle of the power output unit of an example.

[Drawing 3] It is an explanatory view showing the output characteristics of MG1.

[Drawing 4] It is an explanatory view showing the output characteristics of MG2.

[Drawing 5] It is a collinear Fig. explaining the working principle of the power output unit of an example.

[Drawing 6] It is a flow chart showing a torque control manipulation routine.

[Drawing 7] It is the explanatory view showing the relation between the engine operation point and operation effectiveness.

[Drawing 8] It is the explanatory view showing the relation of the engine speed and operation effectiveness in demand power regularity.

[Drawing 9] It is an explanatory view showing the situation of a setup of the operation point of an engine 150.

[Drawing 10] It is a collinear Fig. explaining the working principle of the power output unit of an example.

[Drawing 11] It is the explanatory view showing the outline configuration of the hybrid car of the 2nd example.

**[Description of Notations]**

- 112 -- Axle
- 113 -- Driving shaft
- 116R, 116L -- Wheel
- 119 -- Case
- 120 -- Planetary gear
- 121 -- Sun gear
- 122 -- Ring wheel
- 123 -- Planetary pinion gear
- 124 -- Planetary carrier
- 125 -- Sun gear shaft
- 126 -- Ring wheel shaft
- 127 -- Planetary carrier shaft
- 129 -- Chain belt
- 130 -- Damper
- 132, 142 -- Rota
- 133, 143 -- Stator
- 144 -- Sensor
- 150 -- Engine
- 156 -- Crankshaft
- 170 -- EFIECU

190 -- Control unit  
191,192 -- Drive circuit  
194 -- Dc-battery  
232 -- Inner rotor  
233 -- Outer rotor

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-333304

(P2000-333304A)

(43) 公開日 平成12年11月30日 (2000. 11. 30)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テマコード (参考)

B 6 0 L 11/14

B 6 0 L 11/14

3 D 0 3 9

B 6 0 K 6/00

B 6 0 K 17/04

G 3 G 0 9 3

8/00

F 0 2 D 29/02

D 5 H 1 1 5

17/04

H 0 2 P 7/74

A 5 H 5 7 2

F 0 2 D 29/02

B 6 0 K 9/00

Z

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 18 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願平11-136549

(22) 出願日

平成11年5月18日 (1999. 5. 18)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 阿部 哲也

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 100096817

弁理士 五十嵐 孝雄 (外3名)

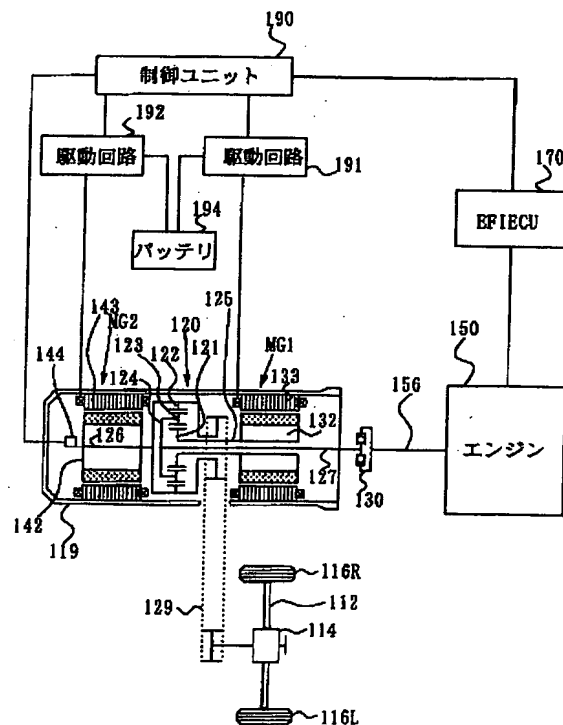
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 動力出力装置およびその制御方法、並びにハイブリッド車両

(57) 【要約】

【課題】 モータを大型化することなく、エンジンの性能を十分に発揮させて、車両の性能を十分に確保する。

【解決手段】 ハイブリッド車両では、車速およびアクセル開度に基づいて、エンジン150における要求動力が設定される。通常は、効率を優先しつつ要求動力に基づいてエンジン150の運転状態が設定される。エンジン150の運転状態が設定されると、さらに車速と駆動力とに基づいて、モータMG1およびモータMG2の運転状態が設定される。このように設定されたモータMG1あるいはモータMG2の運転状態が限界を超える場合には、限界を超えないようにモータMG1あるいはモータMG2の運転状態を設定し、この結果と要求動力とに基づいて、エンジン150の運転状態を設定する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 エンジンと、該エンジンの出力軸および外部に動力を出力する駆動軸に結合され、前記エンジンから出力された動力を前記駆動軸に伝達すると共に、該伝達される動力の大きさを電力のやり取りによって調整する動力調整手段と、前記駆動軸に結合された電動機とを備える動力出力装置であって、前記エンジンに対して要求された要求動力を算出する要求動力算出手段と、前記駆動軸の回転数を入力し、該駆動軸の回転数が、前記電動機が動力を出力する際に許容できる回転数の限界値を超えているかどうかを判別する回転数超過判別手段と、前記回転数超過判別手段が前記回転数の限界値を超えていると判別したときに、前記電動機の運転状態を、前記電動機の出力トルクが略0となり、回転数が前記駆動軸の回転数と等しくなるように設定すると共に、設定された前記電動機の運転状態と前記要求動力とに基づいて、前記エンジンの運転状態を設定する運転状態設定手段と、前記回転数超過判別手段が前記回転数の限界値を超えていると判別したときに、前記電動機および前記エンジンの運転状態が、前記運転状態設定手段により設定した運転状態になるように、前記エンジンと前記動力調整手段と前記電動機とを運転する運転手段とを備える動力出力装置。

【請求項2】 前記動力調整手段は、発電機と、3つの回転軸がそれぞれ該発電機および前記エンジンの出力軸と前記駆動軸とに結合されたプラネタリギヤとを備える請求項1記載の動力出力装置。

【請求項3】 前記動力調整手段は、相対的に回転可能な2つのロータを有する対ロータ電動機を備える請求項1記載の動力出力装置

【請求項4】 請求項1記載の動力出力装置であって、前記動力調整手段および前記電動機との間で電力のやり取りを行なう2次電池と、少なくとも、前記動力出力装置が動作する際に生じるエネルギー損失と、前記2次電池における充放電要求とに基づいて、前記エンジンから出力すべき動力を補正するためのエネルギー収支を算出する収支算出手段とをさらに備え、前記運転状態設定手段は、前記回転数超過判別手段が前記回転数の限界値を超えていると判別したときに前記エンジンの運転状態を設定する際には、前記収支算出手段が算出したエネルギー収支に基づいて、前記エンジンの回転数を補正することによって前記エンジンから出力される動力を補正する補正手段を備え、前記運転手段は、前記補正手段が補正した結果に基づいて、前記エンジンおよび前記動力調整手段を運転する動力出力装置。

【請求項5】 エンジンと、該エンジンの出力軸および外部に動力を出力する駆動軸に結合され、前記エンジンから出力された動力を前記駆動軸に伝達すると共に、該伝達される動力の大きさを電力のやり取りによって調整する動力調整手段と、前記駆動軸に結合された電動機とを備える動力出力装置であって、前記エンジンに対して要求された要求動力を算出する要求動力算出手段と、

前記駆動軸の回転数を入力し、該駆動軸の回転数が、前記電動機が動力を出力する際に許容できる回転数の限界値を超えているかどうかを判別する回転数超過判別手段と、

前記回転数超過判別手段が前記回転数の限界値を超えていないと判別したときに、前記算出された要求動力に基づいて前記エンジンの運転状態を設定すると共に、該設定されたエンジンの運転状態に基づいて、前記電動機の出力トルクを設定するトルク設定手段と、

前記トルク設定手段が設定した前記電動機の出力トルクが、限界値を超えているかどうかを判別するトルク超過判別手段と、

前記トルク超過判別手段が前記トルクの限界値を超えていると判別したときに、前記電動機の運転状態を、前記電動機の出力トルクが前記限界値を超えることなく、回転数が前記駆動軸の回転数と等しくなるように設定すると共に、該設定された前記電動機の運転状態と前記要求動力とに基づいて、前記エンジンの運転状態を設定する運転状態設定手段と、

前記トルク超過判別手段が前記トルクの限界値を超えていると判別したときに、前記電動機および前記エンジンの運転状態が、前記運転状態設定手段により設定した運転状態になるように、前記エンジンと前記動力調整手段と前記電動機とを運転する運転手段とを備える動力出力装置。

【請求項6】 エンジンと、該エンジンの出力軸および外部に動力を出力する駆動軸に結合され、前記エンジンから出力された動力を前記駆動軸に伝達すると共に、該伝達される動力の大きさを電力のやり取りによって調整する動力調整手段と、前記駆動軸に結合された電動機とを備える動力出力装置の制御方法であって、(a)前記エンジンに対して要求された要求動力を算出する工程と、(b)前記駆動軸の回転数を入力し、該駆動軸の回転数が、前記電動機が動力を出力する際に許容できる回転数の限界値を超えているかどうかを判別する工程と、

(c)前記(b)工程において、前記回転数の限界値を超えていると判別されたときに、前記電動機の運転状態を、前記電動機の出力トルクが略0となり、回転数が前記駆動軸の回転数と等しくなるように設定すると共に、設定された前記電動機の運転状態と前記要求動力とに基づいて、前記エンジンの運転状態を設定する工程と、

(d)前記(b)工程において、前記回転数の限界値を



超えていると判別されたときに、前記電動機および前記エンジンの運転状態が、前記(c)工程で設定した運転状態になるように、前記エンジンと前記動力調整手段と前記電動機とを運転する工程とを備えることを特徴とする制御方法。

【請求項7】 請求項1ないし5いずれか記載の動力出力装置を備え、前記駆動軸から出力される動力によって走行するハイブリッド車両。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、動力出力装置およびその制御方法、並びにハイブリッド車両に関し、詳しくは、内燃機関と電動発電機とを備え、内燃機関の出力軸と電動発電機の回転軸と駆動軸とが機械的に結合された動力出力装置およびその制御方法、並びにハイブリッド車両に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、内燃機関に加えて電動機を備えるハイブリッド車両として、種々の構成が提案されている。ハイブリッド車両は、従来のガソリンエンジンを搭載した車両に比べて、化石燃料の消費量を大幅に削減することが可能であり、環境問題の深刻化と共に社会的要請が増している。ハイブリッド車両の一種として、パラレル・ハイブリッド車両がある。パラレル・ハイブリッド車両では、内燃機関からの動力および電動機からの動力の両方を、車軸に伝達可能である。パラレル・ハイブリッド車両の構成の一例を、図1に示す。

【0003】図1に示したハイブリッド車両は、エンジン150と、電動発電機MG1、MG2とが備えられている。これら三者は、プラネタリギヤ120を介して機械的に結合されている。プラネタリギヤ120は、遊星歯車とも呼ばれ、以下に示すそれぞれのギヤに結合された3つの回転軸を有している。プラネタリギヤ120を構成するギヤは、中心で回転するサンギヤ121、サンギヤ121の外周で自転しながら公転するプラネタリピニオンギヤ123、さらにその外周で回転するリングギヤ122である。プラネタリピニオンギヤ123は、プラネタリキャリア124に軸支されている。図1のハイブリッド車両では、エンジン150の駆動軸であるクランクシャフト156は、プラネタリキャリア124の回転軸と結合してプラネタリキャリア軸127を成す。また、電動発電機MG1の駆動軸は、サンギヤ121の回転軸に結合してサンギヤ軸125を成し、電動発電機MG2の駆動軸は、リングギヤ122の回転軸に結合して

$$T_{es} = \rho / (1 + \rho) \times T_e$$

$$T_{ep} = 1 / (1 + \rho) \times T_e$$

【0008】以上の力が作用した状態で、動作共線図が剛体として釣り合いがとれているという条件を考慮すれば、MG1によってサンギヤ軸125に作用すべきトルク $T_g$ と、MG2によってリングギヤ軸に作用すべきト

リングギヤ軸126を成す。さらにリングギヤ122は、チェーンベルト129およびディファレンシャルギヤを介して、車軸112に結合している。

【0004】このような構成のハイブリッド車両の基本的な動作を説明するために、まず、プラネタリギヤ120の動作について説明する。プラネタリギヤ120は、上記した3つの回転軸のうち、2つの回転軸の回転数および一つの回転軸のトルク（以下、所定の回転軸における回転数とトルクとを合わせて回転状態と呼ぶ）が決定されると、すべての回転軸の回転状態が決まるという性質を有している。各回転軸の回転状態の関係は、機構学上周知の計算式によって求めることができるが、共線図と呼ばれる図により幾何学的に求めることもできる。

【0005】図2に共線図の一例を示す。縦軸は、各回転軸の回転数を示している。横軸は、各ギヤのギヤ比を距離的な関係で示している。サンギヤ軸125（図2中のS）とリングギヤ軸126（図2中のR）とを両端にとり、位置Sと位置Rとの間を1： $\rho$ に内分する位置Cを、プラネタリキャリア軸127の位置とする。 $\rho$ は、リングギヤ122の歯数（ $Z_r$ ）に対するサンギヤ121の歯数（ $Z_s$ ）の比である。こうして横軸上に定義された位置S、C、Rに対して、それぞれのギヤの回転軸の回転数 $N_g$ 、 $N_e$ 、 $N_m$ をプロットする。プラネタリギヤ120は、このようにプロットされた3点が、必ず一直線上に並ぶという性質を有している。この直線を動作共線と呼ぶ。直線は、2点が決まれば一義的に決定されるものであるため、この動作共線を用いることにより、3つの回転軸のうちの2つの回転軸の回転数から、残る1つの回転軸の回転数を求めることができる。

【0006】また、プラネタリギヤ120では、各回転軸のトルクを動作共線に働く力に置き換えて示したとき、動作共線が剛体として釣り合いが保たれるという性質を有している。具体例として、プラネタリキャリア軸127に作用するトルクを $T_e$ とする。このとき、図2に示す通り、トルク $T_e$ に相当する大きさの力を位置Cで動作曲線に鉛直方向下から上に作用させる。作用させる方向は、トルク $T_e$ の方向に応じて定まる。また、リングギヤ軸126に対して作用するトルク $T_p$ を、位置Rにおいて動作共線に、鉛直方向上から下に作用させる。図中の $T_{es}$ 、 $T_{ep}$ は、剛体に作用する力の分配法則に基づいて、トルク $T_e$ を等価な2つの力に分配したものである。トルク $T_{es}$ 、 $T_{ep}$ の大きさは、以下の式(1)、(2)により表わすことができる。

【0007】

$$\dots (1)$$

$$\dots (2)$$

トルク $T_m$ とを求めることができる。トルク $T_g$ はトルク $T_{es}$ と等しくなり、トルク $T_m$ はトルク $T_p$ とトルク $T_{ep}$ の差分と等しくなる。このような性質に基づいた各トルク $T_g$ 、 $T_m$ を表わす式を、以下に式(3)、

(4)として示す。

$$T_g = -\rho / (1 + \rho) \times T_e \quad \dots (3)$$

$$T_m = T_p - 1 / (1 + \rho) \times T_e \quad \dots (4)$$

【0010】プラネタリキャリア軸127に結合されたエンジン150が回転しているとき、動作共線に関する上述の条件を満足する条件下で、サンギヤ121およびリングギヤ122は様々な運転状態で回転することができる。サンギヤ121が回転しているときには、その回転動力を利用して電動発電機MG1により発電することが可能である。リングギヤ122が回転しているときには、エンジン150から出力された動力を、車軸112に伝達することが可能である。図1に示した構成を有するハイブリッド車両では、エンジン150から出力された動力を、車軸112に機械的に伝達される動力と、一方の電動発電機が回生する（発電機として働く）ことによって電力に変換される動力に分配し、さらに回生された電力を用いて他方の電動発電機が力行する（電動機として働く）ことによって、車軸112において所望の動力を出力しながら走行することができる。このように、図1に示した構成のハイブリッド車両が走行する際には、通常は、電動発電機MG1およびMG2がそれぞれ、力行あるいは回生を行ない、力行で消費される電力と回生で生じる電力とが釣り合うように制御される。

【0011】ここで、図1に示した構成のハイブリッド車両では、車両の走行状態を制御する際には、まず車速とアクセル開度から、車軸112（実際には、車軸と機械的に結合しているリングギヤ軸126）における要求トルクが決定され、この要求トルクと車速から、リングギヤ軸126から出力すべき要求動力が決定される。次いで、この要求動力をリングギヤ軸126が出力可能となるように、エンジン150が出力すべき動力が決定され、この所定の動力をエンジン150が出力するように、エンジン150の駆動状態が制御される。また、上記所定の動力をエンジン150が出力したときに、リングギヤ軸126において上記要求トルクが実現されるように、MG1、MG2の駆動状態が制御される。MG1、MG2が力行あるいは回生を行なうことで、エンジンから出力された所定の動力が、所望の回転数およびトルクに変換されてリングギヤ軸126、すなわち車軸112より出力される。

【0012】ここで、リングギヤ軸126から出力すべき動力として決定された要求動力に対応する所定の動力を、エンジン150によって出力する際、エンジン150は、種々の運転状態（回転数と出力トルクとの組み合わせ）をとりうる。そこで、所定の動力を出力するようにエンジンを制御する際には、最も効率の高くなる動作点を選択して、その動作点においてエンジンが駆動されるように、MG1およびMG2の駆動状態が制御される。

【0013】エンジン150が上記所定の動力を出力す

【0009】

る際に最も効率が高くなる上記動作点が求められると、この動作点における回転数およびトルクが、エンジン150の目標回転数および目標トルクとなる。ここで、既述したように、エンジン150の駆動軸はプラネタリキャリア124の回転軸と結合しているため、エンジン150が上記動作点で運転しつつ上記所定の動力を出力するとき、プラネタリキャリア軸127の回転数は、上記の様に決定されたエンジン150の目標回転数となる。また、リングギヤ122の回転軸と電動発電機MG2の駆動軸とは結合しており、さらにリングギヤ122は機械的に車軸112に結合しているため、リングギヤ軸126の回転数は、車速から一義的に求めることができる。ここで、サンギヤ121の回転軸とMG1の駆動軸とは結合しているため、MG1の回転数はサンギヤ軸125の回転数であるが、サンギヤ軸125の回転数は、リングギヤ軸126の回転数とプラネタリキャリア軸127の回転数とが決まると、図2に示した共線図により求めることができる。

【0014】このようにプラネタリギヤ120を構成する各ギヤに結合された各回転軸の回転数が決まると、所定の処理によって、MG1およびMG2で出力すべきトルクの大きさが決まる。このような条件で駆動するようMG1およびMG2の運転状態を制御しつつ、エンジン150が上記所定の動力を出力するよう制御すれば、エンジン150はその効率が最適となる状態で運転され、ハイブリッド車両においては所望の運転状態を実現することができる。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】ここで、MG1およびMG2は、既述したように力行および回生を行ない、種々の回転数および出力トルクとなるような運転状態が可能であるが、これら回転数および出力トルクには限界値がある。図3および図4は、それぞれ、MG1、MG2におけるこのような回転数および出力トルクの限界値を示す出力特性を表わす説明図である。これらの限界値は、モータそのものの能力や、モータの機械的な性質などに依拠して定まるものである。したがって、ハイブリッド車両において、プラネタリギヤ120を介することでエンジン150が出力する動力を変換し、MG1、MG2を制御することで車軸において所望の運転状態を実現しようとする際に、MG1やMG2に対して指示される運転状態が、これら電動発電機の限界値を超えてしまう可能性があった。すなわち、エンジン150が出力する動力がエンジン150の性能の範囲内の値であっても、MG1あるいはMG2に対して決定される運転状態が、図3および図4に示した限界値を超えてしまうおそれがあった。

【0016】図1に示した構成のハイブリッド車両において、その車速を上げたときには、図5に示す共線図のような運転状態となることがある。この状態では、リングギヤ軸126は正転しつつMG2は回生し、MG2が回生するのと同等の電力は、MG1が力行することで消費される。ハイブリッド車両がこのような運転状態となっているときのMG2の運転状態の一例を、図4に示したMG2の出力特性を表わす説明図において、点 $\alpha$ で示す。ここで、さらにハイブリッド車両の車速を上げようとアクセルが踏み込まれると、リングギヤ軸126の回転数、すなわちMG2の回転数を上げるための制御が行なわれることになる。このような時には、既述した要求動力や、エンジン150の運転効率が最もよくなる動作点に基づいて定められるMG2の運転状態が、図4中、点 $\beta$ で表わした位置に対応する運転状態となり、MG2の運転状態の限界値を超えてしまう。

【0017】MG2に対して求められる運転状態が、図4中点 $\beta$ で表わした位置に対応する状態となり、限界値を超える場合には、このような運転状態をとることはできないため、既述した要求動力に対してエンジン150の出力にはまだ余力がある場合にも、それ以上車速を上げることはできなかった。したがって、このような場合には、エンジン150が出力可能な動力によってではなく、MG2の性能によって、車速の上限が制限を受けることになってしまった。

【0018】このようなハイブリッド車両において、種々の走行状態を考慮した上で、エンジン150における出力状態の限界内でさらなる車速を実現しようとする、より大きな電動発電機を搭載することが必要であった。すなわち、十分に大きなMG1およびMG2を搭載すれば、エンジン150が出力できる動力の範囲内で、あらゆる走行状態に対してMG1およびMG2は対応可能となる。しかしながら、より大きな電動発電機を搭載することは、より大きなスペースを電動発電機が占めることになるため、車両設計上の制約が増大するという問題を生じると共に、車両重量が増すため燃費の低下などの問題をさらに招いてしまう。そのため、電動発電機の大形化を伴うことなく、エンジンの性能を充分に発揮させてさらなる車速を実現し、車両性能を向上させることが望まれていた。

【0019】本発明の動力出力装置およびその制御方法、並びにハイブリッド車両は、こうした問題を解決し、モータを大型化することなく、エンジンの性能を充分に発揮させて、車両の性能を充分に確保することを目的としてなされ、次の構成を採った。

【0020】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】本発明の第1の動力出力装置は、エンジンと、該エンジンの出力軸および外部に動力を出力する駆動軸に結合され、前記エンジンから出力された動力を前記駆動軸に伝

達すると共に、該伝達される動力の大きさを電力のやり取りによって調整する動力調整手段と、前記駆動軸に結合された電動機とを備える動力出力装置であって、前記エンジンに対して要求された要求動力を算出する要求動力算出手段と、前記駆動軸の回転数を入力し、該駆動軸の回転数が、前記電動機が動力を出力する際に許容できる回転数の限界値を超えているかどうかを判別する回転数超過判別手段と、前記回転数超過判別手段が前記回転数の限界値を超えていると判別したときに、前記電動機の運転状態を、前記電動機の出力トルクが略0となり、回転数が前記駆動軸の回転数と等しくなるように設定すると共に、設定された前記電動機の運転状態と前記要求動力とに基づいて、前記エンジンの運転状態を設定する運転状態設定手段と、前記回転数超過判別手段が前記回転数の限界値を超えていると判別したときに、前記電動機および前記エンジンの運転状態が、前記運転状態設定手段により設定した運転状態になるように、前記エンジンと前記動力調整手段と前記電動機とを運転する運転手段とを備えることを要旨とする。

【0021】以上のように構成された本発明の動力出力装置は、エンジンの出力軸および外部に動力を出力する駆動軸に結合される動力調整手段が、前記エンジンから出力された動力を前記駆動軸に伝達すると共に、該駆動される動力の大きさを電力のやり取りによって調整する。このような動力出力装置は、前記駆動軸の回転数を入力して、この駆動軸の回転数が、前記駆動軸に結合された電動機が動力を出力する際に許容できる回転数の限界値を超えているかどうかを判別する。回転数の限界値を超えていると判別したときには、電動機の運転状態を、その出力トルクが略0となり、回転数が前記駆動軸の回転数と等しくなるように設定すると共に、設定された電動機の運転状態と、エンジンに対して要求された要求動力とに基づいて、エンジンの運転状態を設定する。また、電動機およびエンジンの運転状態が、設定した運転状態となるように、前記エンジンと前記動力調整手段と前記電動機とを運転する。

【0022】また、本発明の動力出力装置の制御方法は、エンジンと、該エンジンの出力軸および外部に動力を出力する駆動軸に結合され、前記エンジンから出力された動力を前記駆動軸に伝達すると共に、該伝達される動力の大きさを電力のやり取りによって調整する動力調整手段と、前記駆動軸に結合された電動機とを備える動力出力装置の制御方法であって、(a)前記エンジンに対して要求された要求動力を算出する工程と、(b)前記駆動軸の回転数を入力し、該駆動軸の回転数が、前記電動機が動力を出力する際に許容できる回転数の限界値を超えているかどうかを判別する工程と、(c)前記(b)工程において、前記回転数の限界値を超えていると判別されたときに、前記電動機の運転状態を、前記電動機の出力トルクが略0となり、回転数が前記駆動軸の

回転数と等しくなるように設定すると共に、設定された前記電動機の運転状態と前記要求動力とに基づいて、前記エンジンの運転状態を設定する工程と、(d)前記

(b)工程において、前記回転数の限界値を超えていると判別されたときに、前記電動機および前記エンジンの運転状態が、前記(c)工程で設定した運転状態になるように、前記エンジンと前記動力調整手段と前記電動機とを運転する工程とを備えることを要旨とする。

【0023】このような本発明の第1の動力出力装置およびその制御方法によれば、前記駆動軸の回転数が、前記電動機が動力を出力する際に許容できる回転数の限界値を超えると判別したときには、出力トルクが略0となるように前記電動機の運転状態を設定し、設定した電動機の運転状態と要求動力とに基づいてエンジンの運転状態を設定するため、動力出力装置が備える駆動軸の回転数が、前記電動機の性能によって制限されることがない。エンジンから十分な動力が出力されるならば、前記電動機からの出力トルクが略0となるように前記電動機を運転しつつ、前記駆動軸において所望の回転数およびトルクからなる動力を出力することができる。したがって、駆動軸から所望の動力を出力するために必要な電動機の性能を抑えることが可能となり、動力出力装置が備える電動機の高さをより小さくすることができる。

【0024】本発明の第1の動力出力装置において、前記動力調整手段は、発電機と、3つの回転軸がそれぞれ該発電機および前記エンジンの出力軸と前記駆動軸とに結合されたプラネタリギヤとを備えることとしてもよい。

【0025】また、本発明の動力出力装置において、前記動力調整手段は、相対的に回転可能な2つのロータを有する対ロータ電動機であることとしてもよい。

【0026】また、本発明の第1の動力出力装置において、前記動力調整手段および前記電動機との間で電力のやり取りを行なう2次電池と、少なくとも、前記動力出力装置が動作する際に生じるエネルギー損失と、前記2次電池における充放電要求とに基づいて、前記エンジンから出力すべき動力を補正するためのエネルギー収支を算出する収支算出手段とをさらに備え、前記運転状態設定手段は、前記回転数超過判別手段が前記回転数の限界値を超えていると判別したときに前記エンジンの運転状態を設定する際には、前記収支算出手段が算出したエネルギー収支に基づいて、前記エンジンの回転数を補正することによって前記エンジンから出力される動力を補正する補正手段を備え、前記運転手段は、前記補正手段が補正した結果に基づいて、前記エンジンおよび前記動力調整手段を運転することとしてもよい。

【0027】このような構成とすれば、エンジンにおける出力トルクによって前記駆動軸の出力トルクが影響を受ける場合であっても、エンジンから出力される動力をエンジンの回転数によって補正しているため、駆動軸か

ら出力されるトルクが変化することがない。したがって、エンジンから出力される動力を補正することによって、駆動軸から出力される動力が所望の大きさからずれてしまうことがない。

【0028】本発明の第2の動力出力装置は、エンジンと、該エンジンの出力軸および外部に動力を出力する駆動軸に結合され、前記エンジンから出力された動力を前記駆動軸に伝達すると共に、該伝達される動力の大きさを電力のやり取りによって調整する動力調整手段と、前記駆動軸に結合された電動機とを備える動力出力装置であって、前記エンジンに対して要求された要求動力を算出する要求動力算出手段と、前記駆動軸の回転数を入力し、該駆動軸の回転数が、前記電動機が動力を出力する際に許容できる回転数の限界値を超えているかどうかを判別する回転数超過判別手段と、前記回転数超過判別手段が前記回転数の限界値を超えていないと判別したときに、前記算出された要求動力に基づいて前記エンジンの運転状態を設定すると共に、該設定されたエンジンの運転状態に基づいて、前記電動機の出力トルクを設定するトルク設定手段と、前記トルク設定手段が設定した前記電動機の出力トルクが、限界値を超えているかどうかを判別するトルク超過判別手段と、前記トルク超過判別手段が前記トルクの限界値を超えていると判別したときに、前記電動機の運転状態を、前記電動機の出力トルクが前記限界値を超えることなく、回転数が前記駆動軸の回転数と等しくなるように設定すると共に、該設定された前記電動機の運転状態と前記要求動力とに基づいて、前記エンジンの運転状態を設定する運転状態設定手段と、前記トルク超過判別手段が前記トルクの限界値を超えていると判別したときに、前記電動機および前記エンジンの運転状態が、前記運転状態設定手段により設定した運転状態になるように、前記エンジンと前記動力調整手段と前記電動機とを運転する運転手段とを備えることを要旨とする。

【0029】以上のように構成された本発明の第2の動力出力装置は、エンジンの出力軸および外部に動力を出力する駆動軸に結合される動力調整手段が、前記エンジンから出力された動力を前記駆動軸に伝達すると共に、該伝達される動力の大きさを電力のやり取りによって調整する。このような動力出力装置は、前記駆動軸の回転数を入力して、この駆動軸の回転数が、前記駆動軸に結合された電動機が動力を出力する際に許容できる回転数の限界値を超えているかどうかを判別する。回転数の限界値を超えていないと判別したときには、エンジンに対して要求された要求動力に基づいて前記エンジンの運転状態を設定すると共に、この設定されたエンジンの運転状態に基づいて、前記電動機の出力トルクを設定する。このように設定された電動機の出力トルクが、限界値を超えていると判別したときには、前記電動機の運転状態を、前記電動機の出力トルクが前記限界値を超えること

なく、回転数が前記駆動軸の回転数と等しくなるように設定すると共に、この設定された前記電動機の運転状態と前記要求動力とに基づいて、前記エンジンの運転状態を設定する。また、前記電動機および前記エンジンの運転状態が、設定した運転状態になるように、前記エンジンと前記動力調整手段と前記電動機とを運転する。

【0030】このような本発明の第2の動力出力装置によれば、前記電動機において、出力トルクが限界値を超えないようにその運転状態が設定され、この設定された電動機の運転状態に基づいてエンジンの運転状態が設定されるため、動力出力装置の駆動軸から出力する動力が、前記電動機の性能によって制限されることがない。エンジンから十分な動力が出力されるならば、前記電動機からの出力トルクがその限界値の範囲内となる運転状態で電動機を運転しつつ、前記駆動軸において所望のトルクおよび回転数を出力することができる。したがって、駆動軸から所望の動力を出力するために必要な電動機の性能を抑えることが可能となり、動力出力装置が備える電動機の大きさをより小さくすることができる。

【0031】また、本発明のハイブリッド車両は、請求項1ないし5いずれかが記載の動力出力装置を備え、前記駆動軸から出力される動力によって走行することを要旨とする。

【0032】このようなハイブリッド車両によれば、前記電動機の性能によって前記駆動軸から出力される動力が制限されてしまうことがなく、エンジンから十分な動力を出力することによって、所望の走行状態を実現することができる。したがって、車両において所望の走行状態を実現するために搭載すべき電動機の性能を抑えることが可能となり、搭載する電動機の大きさをより小さくすることができる。搭載すべき電動機を小型化することが可能となることにより、車両設計の自由度が向上すると共にコストの低減を図ることができるという効果が得られる。

#### 【0033】

【発明の実施の形態】以上説明した本発明の構成・作用を一層明らかにするために、以下本発明の実施の形態を実施例に基づき説明する。

##### (1) 装置の構成

はじめに、本発明の実施例としての動力出力装置を適用したハイブリッド車両の構成について、図1を用いて説明する。このハイブリッド車両の動力系統は、次の構成から成っている。動力系統に備えられた原動機としてのエンジン150は、通常のガソリンエンジンであり、クランクシャフト156を回転させる。エンジン150の運転は、燃料噴射制御電子制御装置（以下、EFI ECUと呼ぶ）170により制御されている。EFI ECU 170は、内部にCPU、ROM、RAMなどを有するワンチップ・マイクロコンピュータであり、CPUがROMに記録されたプログラムに従い、エンジン150の

燃料噴射その他の制御を実行する。図示を省略したが、これらの制御を可能とするために、EFI ECU 170には、エンジン150の運転状態を示す種々のセンサが接続されている。

【0034】動力系統には、他にモータMG1、MG2が備えられている。モータMG1、MG2は、同期電動発電機として構成され、外周面に複数個の永久磁石を有するロータ132、142と、回転磁界を形成する三相コイルが巻回されたステータ133、143とを備える。ステータ133、143は、ケース119に固定されている。モータMG1、MG2のステータ133、143に巻回された三相コイルは、それぞれ、駆動回路191、192を介してバッテリー194に接続されている。駆動回路191、192は、各相ごとにスイッチング素子としてのトランジスタを2つ1組で備えたトランジスタインバータである。駆動回路191、192は、制御ユニット190に接続されている。制御ユニット190からの制御信号によって、駆動回路191、192のトランジスタがスイッチングされると、バッテリー194とモータMG1、MG2との間に電流が流れる。モータMG1、MG2は、バッテリー194から電力の供給を受けて回転駆動する電動機として動作することもでき、ロータ132、142が外力により回転している場合には、三相コイルの両端に起電力を生じさせる発電機として機能して、バッテリー194を充電することもできる。

【0035】エンジン150とモータMG1、MG2は、それぞれプラネタリギヤ120を介して機械的に結合されている。プラネタリギヤ120は、サンギヤ121、リングギヤ122、プラネタリピニオンギヤ123を有するプラネタリキャリア124から構成されている。本実施例のハイブリッド車両では、エンジン150のクランクシャフト156は、ダンパ130を介してプラネタリキャリア軸127に結合されている。ダンパ130は、クランクシャフト156に生じる捻り振動を吸収するために設けられている。モータMG1のロータ132は、サンギヤ軸125に結合されている。モータMG2のロータ142は、リングギヤ軸126に結合されている。リングギヤ122の回転は、チェーンベルト129を介して、車軸112および車輪116R、116Lに伝達される。

【0036】プラネタリギヤ120の動作については、図2の共線図を用いて説明した通りである。本実施例のハイブリッド車両は、プラネタリギヤ120の作用に基づいて、種々の状態で走行することができる。すなわち、既述したように、モータMG1、MG2の運転を制御することによって、エンジン150から出力された動力を、種々の回転数およびトルクの回転状態に変換して、車軸112に出力することができる。

【0037】本実施例の動力出力装置の運転全体は、制御ユニット190により制御されている。制御ユニット

190は、EFI ECU170と同様に、内部にCPU、ROM、RAMなどを有するワンチップ・マイクロコンピュータである。制御ユニット190は、EFI ECU170と接続されており、両者は種々の情報を伝達し合うことが可能である。制御ユニット190は、エンジン150の制御に必要なトルク指令値や回転数の指令値などの情報をEFI ECU170に送信することにより、エンジン150の運転を間接的に制御することができる。制御ユニット190は、このようにEFI ECU170と情報のやり取りをすることで、動力出力装置全体の運転を制御する。このような制御を実現するために、制御ユニット190には、種々のセンサ、例えば、車軸112の回転数を知るためのセンサ144や、アクセルペダルの踏み込み状態を検出するアクセルペダルポジションセンサ（図示せず）などが接続されている。ここで、本実施例では、リングギヤ軸126と車軸112は機械的に結合されているため、車軸112の回転数を知るためのセンサ144をリングギヤ軸126に設け、モータMG2の回転を制御するためのセンサと共通にしている。

【0038】なお、本実施例のハイブリッド車両は、上記したようにエンジン150が出力した動力を、プラネタリギヤ120およびモータMG1、MG2を介して車軸112に伝え、車軸112において所望の運転状態を実現するという運転モードの他に、異なる運転モードを選択して走行することもできる。例えば、エンジン150は停止して、バッテリー194から供給される動力を用いて走行することも可能である。このような他の運転モードは、本発明の要部とは直接関わらないため、これ以上の説明は省略する。

#### 【0039】(2) トルク制御処理

次に、本実施例におけるトルク制御処理について説明する。トルク制御処理とは、エンジン150およびモータMG1、MG2を制御して、要求されたトルクおよび回転数からなる動力を、車軸112から出力する処理をいう。本実施例におけるトルク制御処理のフローチャートを図6に示す。本ルーチンは、制御ユニット190内のCPU（以下、単にCPUという）によって、エンジン150が駆動される期間内に、タイマ割り込みによって所定時間ごとに繰り返し実行される。

【0040】トルク制御処理ルーチンが開始されると、CPUは、アクセル開度および車速Nmを入力する（ステップS100）。ここで、アクセル開度は、既述したアクセルペダルポジションセンサから入力する信号を基に知ることができる。また、車速Nmは、既述したセンサ144が検出したリングギヤ軸126の回転数から知ることができ、以下の処理では、車速としてリングギヤ軸126の回転数を用いている。次に、CPUは、ステップS100で入力した情報を基に、駆動力（制御対象は車軸112からの出力トルクであるが、ここではリン

グギヤ軸126に対して働く目標トルク） $Tp^*$ を設定する（ステップS110）。制御ユニット190では、予めROM内に、アクセル開度および車速と、駆動力 $Tp^*$ との関係がマップとして記憶されており、CPUは、このマップを参照することにより駆動力 $Tp^*$ を決定する。

【0041】駆動力 $Tp^*$ を求めると、次にCPUは、エンジン要求動力 $Pe^*$ を算出する（ステップS120）。このエンジン要求動力 $Pe^*$ は、駆動力 $Tp^*$ と車速Nmの積から算出される走行動力である。このようにエンジン要求動力 $Pe^*$ を算出すると、CPUは、目標収支の算出を行なう（ステップS130）。ここで、目標収支とは、車軸112から実際に所望の動力を出力するために、エンジンから出力する動力を補正する基準となるものである。

【0042】エンジン150から出力された動力が、プラネタリギヤ120やモータMG1、MG2を介して車軸112に伝えられ、所定のトルクおよび回転数にて出力される際には、100%の効率で動力が伝達されるわけではない。したがって、動力が伝達される間に生じるエネルギーのロスを考慮すると、車軸112において所望の動力を出力するためには、エンジン150は、上記要求動力 $Pe^*$ よりも多くの動力を出力する必要がある。また、バッテリー194の残存容量（SOC）によっても、エンジン150から出力すべき動力が影響を受ける。すなわち、バッテリー194の残存容量が所定量以下の場合には、バッテリー194を充電するためのエネルギーをエンジン150が賄う（実際には、MG1やMG2で余分に回生を行なう）必要があり、また、バッテリー194の残存容量が所定量以上の場合には、バッテリー194の過充電を防ぐためにバッテリー194から電力が取り出す必要があり、このバッテリー194から取り出される電力量に応じてエンジン150が出力すべき動力は少なくなる。このように、目標収支は、動力が伝達される際に生じるロスや、バッテリー194の残存容量を変数とした関数として求めることができ、ステップS120で算出されたエンジン要求動力 $Pe^*$ に比べて、エンジン150は、どれだけ多くの動力を、あるいはどれだけ少ない動力を出力すべきか、という値として算出される。

【0043】目標収支を算出すると、次にCPUは、モータMG2の回転数がMG2回転数の限界値を超えていないかどうかを判断する（ステップS140）。モータMG2が動力を出力する際の回転数の限界値は、既述した図4に示したモータMG2の出力特性図から知ることができる。すなわち、図4において、モータMG2の運転状態の限界を示す線と横軸との交点である点LIMに対応する回転数が、モータMG2が動力を出力する際の回転数の限界値であり、ステップS100で入力したリングギヤ軸126の回転数Nmが、この限界値を超えているかどうかを判断する。

【0044】モータMG2の回転数が限界値を超えないと判断されたときには、CPUは、通常の制御に従って、エンジン150の目標運転ポイント、すなわち、ステップS120で算出したエンジン要求動力 $P_{e*}$ を出力するための、目標回転数 $N_{e*}$ および目標トルク $T_{e*}$ を設定する（ステップS150）。このような制御においては、エンジン150の運転ポイントとして、運転効率が最も高くなる運転ポイントがマップから選択される。

【0045】図7にエンジン150の運転ポイントと運転効率の関係を示す。図中の曲線Bは、エンジン150が運転可能な回転数およびトルクの限界値を示している。図7において $\alpha 1\%$ 、 $\alpha 2\%$ 等で示される曲線は、それぞれエンジン150の効率が一定となる等効率線であり、 $\alpha 1\%$ 、 $\alpha 2\%$ の順に効率が低くなっていくことを示している。図7に示すとおり、エンジン150は比較的限定された運転ポイントで効率が高く、その周囲の運転ポイントでは徐々に効率が低下していく。

【0046】図7中、C1-C1、C2-C2、C3-C3で示されている曲線は、エンジン150から出力される動力が一定の曲線であり、エンジン150の運転ポイントは、これらの曲線のうち、要求動力に対応する所定の曲線上で選択される。C1-C1、C2-C2、C3-C3の順に要求動力が低い状態を示している。例えば、エンジン150への要求動力 $P_{e*}$ が曲線C1-C1で表わされる動力に相当する場合、エンジン150の運転ポイントは、曲線C1-C1上で運転効率が最も高くなるA1点に設定される。同様に、C2-C2曲線上ではA2点に、C3-C3曲線上ではA3点に運転ポイントを設定する。曲線C1-C1、C2-C2、C3-C3上における、エンジン150の回転数と運転効率との関係を図8に示す。なお、図8では、所定の要求動力に対応する曲線として、説明の便宜上、図7中の3本の曲線に対応するものだけを例示しているが、このような曲線は要求出力に応じて無数に引くことができ、エンジン150の運転ポイントA1等も無数に選択することができるものである。このようにエンジン150の運転効率の高い点をつなぐことにより描いた曲線が、図7中の曲線Aであり、これを動作曲線と呼ぶ。

【0047】以上の処理によりエンジン150の運転ポイントを設定すると、次に、このステップS150で設定したエンジン150の目標回転数の補正を行なう（ステップS170）。このエンジン回転数の補正の処理は、実際に車軸112から所望の動力が出力されるよう、エンジン150の目標回転数を補正することによって、エンジン150から出力する動力を補正するものである。ここでは、ステップS130で算出した目標収支と、モータMG1およびMG2からの出力状態とに基づいて、目標回転数 $N_{e*}$ の補正を行なう。現在モータMG1およびMG2で出力されている動力をそれぞれP

g、Pmとすると、現在の運転状態において、エンジン150から出力される動力と車軸112から出力される動力との間の収支は、PgとPmとの和であらわされる。そこで、目標回転数 $N_{e*}$ の補正量は、以下の式、目標収支- $(Pg+Pm)$

で表わされる収支の偏差に基づいて、比例積分微分制御（PID制御）を行なうことにより求めることができる。ステップS170では、ステップS150で求めたエンジン150の目標回転数 $N_{e*}$ に、この補正量を加えたものを、新たに、エンジン150の目標回転数 $N_{e*}$ とする。

【0048】ここで、PgおよびPmの値は、上記したようにモータMG1およびモータMG2から現在出力されている動力であるべきであるが、動力や出力トルクを実測することは困難であるため、ここでは、モータMG1およびモータMG2に対して現在出されているトルク指令値（すなわち、前回トルク制御処理ルーチンを実行したときに設定したトルク指令値）と、モータMG1およびMG2の回転数を検出するセンサの実測値とに基づいて、PgおよびPmを求めている。本実施例のハイブリッド車両においては、通常は、既述したエネルギーのロスやバッテリー194の残存容量を考慮しなければ、PgとPmとの和が値0となるように制御される。しかしながら実際には、目標収支を考慮しつつ制御が行なわれ、また、モータMG1およびMG2の動作では、制御指令に対して遅れが生じるため、上記したように実測した回転数に基づいてPgとPmとの和を求め、これと既述した目標収支との差に基づいて、目標回転数 $N_{e*}$ の補正量を求める。なお、PID制御は周知の制御方法であるため詳しい説明は省略する。

【0049】ステップS170においてエンジン150の目標回転数 $N_{e*}$ を補正すると、次に、モータMG1の運転ポイント、すなわちMG1の目標回転数 $N_{g*}$ および目標トルク $T_{g*}$ を設定する（ステップS180）。エンジン150の目標回転数、すなわちプラネタリキャリア軸127の目標回転数 $N_{e*}$ が設定されており、車軸112の目標回転数、すなわちリングギヤ軸126の回転数 $N_m$ が入力されているため、図2に示したような共線図によって、サンギヤ軸125の目標回転数、すなわちモータMG1の目標回転数 $N_{g*}$ を設定することができる。もとより、ステップS180では、共線図から導かれる所定の比例計算式によって、モータMG1の目標回転数 $N_{g*}$ を設定する。モータMG1の目標回転数 $N_{g*}$ を求める式を以下に（5）式として示す。また、モータMG1の目標トルク $T_{g*}$ は、図2に示したような共線図の性質によれば、既述した（3）式に基づいて求めることができるが、実際にはPID制御によって設定される。

【0050】



$$Ng^* = (1 + \rho) / \rho \times Ne^* - 1 / \rho \times Nm \quad \dots (5)$$

【0051】モータMG1の運転ポイントが設定されると、次にCPUは、モータMG2の運転ポイントを設定する(ステップS190)。モータMG2の目標回転数としては、ステップS100で入力したリングギヤ軸126の回転数Nmが与えられるため、ここでは、モータMG2の目標トルクTm\*が設定される。モータMG2の目標トルクTm\*は、既述した共線図に基づく性質により、駆動力Tp\*およびエンジン目標トルクTe\*を既述した(4)式に代入することにより求められるが、実際にはPID制御によって設定される。

【0052】こうして設定された運転ポイントに従って、CPUは、モータMG1、MG2およびエンジン150の運転に関する制御処理を行ない(ステップS200)、本ルーチンを終了する。モータMG1、MG2の制御は、設定された目標回転数と目標トルクとに応じて各モータの三相コイルに印加する電圧が設定され、現時点での印加電圧との偏差に応じて、駆動回路191、192のトランジスタのスイッチングを行なうのである。同期モータを制御する方法については周知であるため、ここでは詳細な説明を省略する。

【0053】エンジン150についても、設定された運転ポイントで運転するための制御処理は周知であるため、ここでは説明を省略する。ただし、実際にエンジン150の制御を行なうのはEFI ECU170である。したがって、トルク制御処理ルーチンでのステップS200における処理では、制御ユニット190からEFI ECU170に対して、エンジン150の運転ポイントなどの必要な情報を送信する処理が行なわれる。このように情報を送信することによって、制御ユニット190のCPUは、間接的にエンジン150の運転を制御する。

【0054】ステップS140において、モータMG2の回転数が限界値を超えていると判断したときには、CPUは、既述した通常の制御とは異なる制御によって、エンジン150の目標目標運転ポイント、すなわち、目標回転数Ne\*および目標トルクTe\*を設定する(ステップS160)。ここでは、ステップS110、S120で算出した駆動力Tp\*とエンジン要求動力Pe\*とに基づいて、エンジン150の運転ポイントを設定する。

【0055】モータMG2の回転数が限界値を超えている状態は、例えば図4で点βとして示される運転状態に対応する。モータMG2の回転数(現在MG2に対して出されているトルク指令値と、ステップS100で入力したリングギヤ軸126の回転数Nmとに基づく運転状態)が、図4における点βに対応する場合のように、モータMG2が動力を出力する際の限界値を超えているときには、エンジン150の運転ポイントは、効率が最も高くなるポイントとする代わりに、MG2の目標トルク

Tm\*が値0となるように設定される。既述した(4)式においてTmに値0を代入すると、以下の(6)式が成立する。

【0056】

$$Te = (1 + \rho) \times Tp \quad \dots (6)$$

【0057】ここで、Tpすなわち駆動力Tp\*はステップS110において求められているため、エンジン150の目標トルクTe\*は、上記(6)式において、ステップS110で求めたTp\*の値を式中のTpに代入することによって求められる。

【0058】このようにエンジン150の目標トルクTe\*を求めると、この値を基にしてエンジン150の目標回転数Ne\*を求める。図7には、エンジン150の運転ポイントと運転効率の関係を示したが、既述したように、エンジン150は、要求動力が決定されたときに、この要求動力に対応する曲線上(C1-C1、C2-C2、C3-C3で示したように出力される動力が一定となる所定の曲線上)で、種々の運転ポイントをとることができる。従ってこの場合には、ステップS120で算出した要求動力Pe\*に対応するこのような曲線上で、上記(6)式に基づいて求められた目標トルクTe\*に対応する運転ポイントを選択し、エンジン150の目標回転数Ne\*を設定する。

【0059】図9に、エンジン150から出力される動力が、ステップS120で算出した要求動力Pe\*となる運転ポイントをつないだ曲線を、曲線Pe\*として示す。ステップS160では、この曲線Pe\*上で、エンジントルクが、上記(6)式に基づいて算出したTe\*となる運転ポイントD1を選択し、この運転ポイントに対応する目標回転数Ne\*を求める。なお、図9には、エンジンの運転効率が最も高い点をつないだ動作曲線A(図7における曲線Aと同じ)も併せて示したが、既述したステップS150では、曲線Pe\*と動作曲線Aとの交点D2にあたる動作ポイントを、エンジン150の運転ポイントとしている。

【0060】エンジン150の運転ポイントを設定した後、既述したステップS170からステップS200と同様の処理を行なう。ステップS170では、ステップS130で算出しておいた目標収支に基づいて、エンジン150の目標回転数Ne\*の補正を行ない、これによってエンジン要求動力Pe\*を補正する。このような処理を図9上で表わすと、目標トルクTe\*は変えることなく目標回転数Ne\*をNe\*2に補正することによって、運転ポイントD3を、エンジン150の運転ポイントとして設定する。ここで、運転ポイントD3は、エンジン150からの出力動力がPe\*2である曲線上の点であるため、このような処理によって、エンジン150からの出力動力はPe\*2に補正される。

【0061】ステップS180では、MG1の運転状態



が設定される。プラネタリキャリア軸127の目標回転数 $N_{e*}$ が、エンジン150の補正された目標回転数 $N_{e*2}$ として設定されており、リングギヤ軸126の回転数 $N_m$ も入力されているため、共線図に基づいて、実際には以下に示した(5)式に基づいて、サンギヤ軸125の目標回転数、すなわちモータMG1の目標回転数 $N_{g*}$ が設定される。また、モータMG1の目標トルク $T_{g*}$ は、共線図の性質に基づけば、既述した(3)式および(6)式によって以下に示す(7)式で表わすことができる、実際には既述したPID制御によって設定される。

【0062】

$$T_{g*} = -\rho \times T_{p*} \quad \dots (7)$$

【0063】ステップS190は、モータMG2の運転状態を設定するためのステップであるが、モータMG2の目標回転数は、ステップS100で入力した車速 $N_m$ であり、また、モータMG2の目標トルク $T_{m*}$ が値0となるようにステップS160以下の処理がなされているため、実際にはここで新たにモータMG2の運転状態が決定されることはない。なお、ステップS170において、エンジン150の目標トルク $T_{e*}$ を変えることなく、エンジン150の目標回転数 $N_{e*}$ を補正することによってエンジン150の要求動力 $P_{e*}$ を補正しているため、このようなエンジン150の要求動力の補正を行なっても、MG2の目標トルクは値0のままである(既述した(3)式参照)。こうして設定された運転ポイントに従って、CPUは、モータMG1、MG2およびエンジン150の運転に関する制御処理を行ない(ステップS200)、本ルーチンを終了する。

【0064】上記したようなステップS160以下の処理を行なった場合の共線図を、図10に実線で示す。ステップS160以下の処理を行なう場合には、ステップS110で求められた駆動力 $T_{p*}$ に基づいてエンジンの要求動力 $P_{e*}$ が算出され、これに基づいてエンジン150の運転ポイントが設定されるが、このとき、モータMG2の目標トルクが値0となるようにエンジン150の目標回転数 $N_{e*}$ および目標トルク $T_{e*}$ が求められる。また、これらの結果に対応してモータMG1の運転状態が設定される。

【0065】なお、車両が同様に高速で走行している状態の時に、ステップS150以下の処理を行なう場合には、既述した図5に示した共線図の状態となる。ステップS150以下の処理を行なう場合には、駆動力 $T_{p*}$ に基づいてエンジンの要求動力 $P_{e*}$ が算出され、これに基づいてエンジン150の運転ポイントが設定されるが、このとき、エンジン150の効率が最も高くなるように、エンジン150の目標回転数 $N_{e*}$ および目標トルク $T_{e*}$ (図中 $T_e$ )が求められる。また、これらの結果とリングギヤ軸126の回転数 $N_m$ に応じて、モータMG1、MG2の目標トルク $T_{g*}$ 、 $T_{m*}$ およびモ

ータMG1の目標回転数 $N_{g*}$ が求められる。

【0066】ここで、図10では、ステップS160以下の処理を行なった場合の共線図に加えて、リングギヤ軸126の回転数 $N_m$ および駆動力 $T_{p*}$ がこの場合と同じであって、ステップS150以下の処理を行なう場合に設定される状態に対応する共線図を、さらに点線で示している。図10に示したステップS160以下の処理を行なった場合に対応する共線図の運転状態では、ステップS150以下の処理を行なう場合に比べて、出力動力が等しい曲線上で、エンジン150の目標回転数 $N_{e*}$ をより大きくし、またこれに伴ってエンジン150の目標トルク $T_{e*}$ をより小さくすることで(図9参照)、 $T_{e*}$ を分割した $T_{ep}$ と駆動力 $T_{p*}$ を釣り合わせてモータMG2の目標トルク $T_{m*}$ を値0としている。このような運転を行なうと、モータMG2の出力軸はトルクを出力することなく回転数 $N_m$ で回転し、リングギヤ軸126は、回転数 $N_m$ で回転しつつ、駆動力 $T_{p*}$ と釣り合うエンジン直達トルク(エンジン150が出力するトルクによってリングギヤ軸126に発生するトルク) $T_{ep}$ を出力する。

【0067】なお、モータMG2の出力トルクが略0であれば、モータMG2から出力される動力 $P_m$ も略0となる。したがって、既述した目標収支を考慮せず、モータMG1から出力される動力 $P_g$ とモータMG2から出力される動力 $P_m$ とが釣り合い、両者の和が値0となる状態においては、モータMG2の出力トルクが略0であればモータMG1から出力される動力 $P_g$ も略0となる。このような状態を示す図10では、モータMG1の目標トルク $T_{g*}$ は、エンジン150の目標トルク $T_{e*}$ を剛体に作用する分配法則に基づいて分配したトルク $T_{es}$ に釣り合う力として表わされ、モータMG1の目標回転数 $N_{g*}$ は略0として表わされる。なお、図6に示した処理を実行し、目標収支を考慮した制御を実際に行なう場合には、モータMG1は、バッテリー194の残容量に応じて回生あるいは力行を行なうため、サンギヤ軸125は所定の回転数で回転する。

【0068】ここで、本実施例の動力出力装置では、ステップS190で設定されたモータMG2の運転状態が限界値を超える場合には、ステップS200でモータMG2の運転制御を行なう際に、モータMG2の出力トルクを強制的に略0とし、限界を超える運転状態はとらない。このような場合に、図6に示したトルク制御処理ルーチンを次回実行する際には、ステップS140では、前回実行したトルク制御処理ルーチンのステップS190で設定したモータMG2の運転状態(モータMG2の運転状態の限界値を超える運転状態)を呼び出し、限界値を超えたものと判断して、既述したステップS160以下の処理を行なう。したがって、ステップS150以下の処理を行なうとモータMG2の運転状態が限界値を超えてしまう場合にも、モータMG2をその限界値を超

える状態で運転することなく、モータMG1とMG2の出力のバランスを取りつつ、直ちに所望の走行状態を実現する。

【0069】また、上記した実施例では、ステップS130において目標収支を算出し、この結果に基づいてステップS170においてエンジン150の目標回転数の補正を行なって、これによってエンジン150における要求動力 $P_{e*}$ を補正することとしたが、ステップS130で算出した目標収支に基づいて、まずエンジン150における要求動力 $P_{e*}$ を補正し、これに基づいて、ステップS150、およびステップS160でエンジン150の運転ポイントを設定することとしても良い。

【0070】このような構成を、図9に基づいて説明する。このような場合には、まず、ステップS130において算出した目標収支を基にして、エンジン150から出力すべき要求動力 $P_{e*}$ を補正する。このような動作は、図9において、エンジン150の運転ポイントを、曲線 $P_{e*}$ 上ではなく曲線 $P_{e*2}$ 上で設定することとする動作に対応する。ここで、ステップS140においてモータMG2の運転状態が限界値を超えたと判断され、ステップS160以下の処理を行なう場合には、この曲線 $P_{e*2}$ 上で、エンジン150の目標トルク $T_{e*}$ が既述した(6)式に対応する値となる運転ポイント(モータMG2の目標トルク $T_{m*}$ が値0となるような運転ポイント)、すなわち図9における運転ポイントD3を選択し、エンジン150の運転状態を設定する。なお、ステップS140においてモータMG2の運転状態が限界値を超えないと判断され、ステップS150以下の処理を行なう場合には、曲線 $P_{e*2}$ と動作曲線Aとの交点である運転ポイントD4を選択し、エンジン150の運転状態を設定すればよい。

【0071】以上のように構成された本実施例の動力出力装置を備えた車両では、モータMG2の回転数が限界値を超えている場合には、出力トルク $T_{m*}$ が実質的に0となるようにモータMG2の運転状態を設定し、このように設定されたモータMG2の運転状態と要求動力とに基づいて、エンジン150およびモータMG1の運転状態を設定する。したがって、エンジン150から十分な動力を出力することによって、モータMG2が出力可能な運転状態における回転数の限界値を超える回転数でリングギヤ軸126を回転させつつ、エンジン直達トルクによってリングギヤ軸126から所望のトルクを出力することができ、モータMG2の性能によって車速が制限されてしまうことがない。このように、モータMG2の性能によって車速が制限されることがないため、車両において所定の車速を保証するために車両に搭載すべきモータMG2をより小型化することができる。モータMG2をより小型化することができることで、車両の軽量化、車両の設計の自由度の向上、あるいは車両の製造コストの低減等の効果を得ることができる。

【0072】なお、上記した説明では、ステップS140においてモータMG2の回転数が限界値を超えると判断される際(図4における点 $\beta$ に対応する運転状態)に行なわれる制御について述べたが、図4における点 $\gamma$ 1に対応する運転状態の場合にも、同様の処理を行なうことができる。すなわち、モータMG2の回転数は限界値を超えていない場合であって、モータMG2に対して設定される目標トルクが、図4に示したモータMG2の限界値を超える場合にも、同様の処理を行なうことができる。点 $\gamma$ 1に対応する運転状態のように、モータMG2が出力可能な運転状態における回転数の限界値(点L1Mに対応する回転数)を超えていない場合には、モータMG2の回転数 $N_m$ は車速から求めた値とすると共に、目標トルク $T_{m*}$ は、モータMG2の運転状態の限界値の範囲内となるより小さい値を選択して、運転ポイントを定めればよい。図4に則せば、点 $\gamma$ 1に代えて点 $\gamma$ 2に対応する運転ポイントを選択する。このように設定されたモータMG2の運転ポイントとエンジン150の要求動力 $P_{e*}$ とに基づいて、エンジン150の運転ポイントを設定することができ、これによってさらにモータMG1の運転ポイントを設定することができる。

【0073】このように、図4に示した点 $\gamma$ 1に対応する運転状態の時に上記した処理を行なう場合には、図6に示したトルク制御処理ルーチンのステップS140においてモータMG2の回転数が限界値を超えていないと判断されたときに、一旦ステップS150からステップS190の処理を行なって、通常制御を行なうときのモータMG2の目標トルク $T_{m*}$ を設定する。この一旦設定したモータMG2の目標トルク $T_{m*}$ および回転数 $N_m$ で表わされる運転状態が、図4に示したモータMG2の運転状態の限界値を超えているか(例えば点 $\gamma$ 1に対応する運転状態であるか)、すなわち目標トルクが限界値を超えているかを判断し、限界値を超えていると判断されたときには、ステップS160以下の処理に代えて、上記した処理を行なえばよい。このような処理では、モータMG2の目標トルク $T_{m*}$ として、モータMG2の運転状態の限界値の範囲内となるより小さい値が選択されるようにモータMG2の運転状態(例えば点 $\gamma$ 2に対応する運転状態)を改めて設定し、モータMG2の出力トルクが上記 $T_{m*}$ となることと要求動力 $P_{e*}$ とに基づいて、エンジン150の運転状態を改めて設定する。もとより、エンジン150の目標回転数を補正することによりエンジン150から出力される動力を補正すれば、モータMG2において所望のトルクを出力させることができる。

【0074】また、上記した説明では、モータMG2の運転状態が限界値を超える場合の制御について説明したが、モータMG1についても同様の制御を行なうことができる。既述したように、モータMG1の出力トルク $T_{g*}$ は、エンジン出力トルク $T_{e*}$ によって決定される

が、このような値がモータMG1の限界を超える場合も考えられる。モータMG1の出力トルクが限界を超えるときに、単にモータMG1の出力トルクを小さく設定するだけでは、エンジン150から出力される動力に余裕があっても、十分な駆動力 $T_p$ が得られないことになってしまう。このような場合には、モータMG1の運転状態が限界を超えないようにその出力トルク $T_g^*$ を決定し、これに基づいてエンジン出力トルク $T_e^*$ を設定すると共に、リングギヤ軸126において駆動力 $T_p^*$ が働くように、モータMG2の出力トルク $T_m^*$ を設定する（(3)式および(4)式参照）。エンジン回転数 $N_e^*$ は、エンジン要求動力 $P_e^*$ およびエンジン出力トルク $T_e^*$ に基づいて設定することができ、最終的にモータMG1の回転数が設定される。このような制御を行なうことによって、モータMG1の性能の限界値に関わらず、エンジン150から十分な動力を出力することによって、所望のトルクおよび回転数からなる動力をリングギヤ軸126から出力することができる。

#### 【0075】(3) 他の実施例

以上の実施例では、プラネタリギヤ120を用いた構成のハイブリッド車両を例示した。本発明は、このような構成ばかりでなく、他の構成のハイブリッド車両にも適用可能である。もとより、プラネタリギヤ120とエンジン150、モータMG1、モータMG2とは、種々の態様で結合させた構成を採ることが可能である。また、プラネタリギヤ120と同様の作用、すなわち、3つの回転軸を有し、一の回転軸から入力された動力を残余の2つの回転軸に任意に分配して出力可能な作用を奏するその他の機構を採用することもできる。

【0076】さらに、以下に示すとおり、プラネタリギヤ120とモータMG1の作用を一つの機構で実現する構成も可能であり、このような構成を第2実施例として説明する。図11は、第2実施例のハイブリッド車両の構成を示す説明図である。第2実施例のハイブリッド車両では、プラネタリギヤ120およびモータMG1に代えて、クラッチモータCMを用いる点で、既述した実施例と相違する。なお、図11では、図1に示したハイブリッド車両に対応する部材には同じ部材番号を付し、既述した実施例と共通する構成に関わる説明は省略する。

【0077】クラッチモータCMとは、同軸周りに相対的に回転可能な2つのロータ、すなわち、インナロータ232とアウトロータ233とを有する対ロータ電動機である。本実施例では、インナロータ232にはモータMG2のロータと同様、永久磁石が貼付されており、アウトロータ233にはコイルが巻回されたモータを適用した。インナロータ232にはエンジン150のクランクシャフト156が結合されており、アウトロータ233にはモータMG2のロータが結合されている。アウトロータ233は、また、駆動軸113にも機械的に結合される。

【0078】クラッチモータCMでは、コイルへの通電を駆動回路191で制御することにより、インナロータ232とアウトロータ233との磁気的な結合を制御することができる。駆動回路191は、第1実施例と同様に、トランジスタインバータで構成されている。このような磁気的な結合により、エンジン150から出力された動力を、駆動軸113に伝達することができる。また、所定の滑りをもった状態でインナロータ232とアウトロータ233とを回転させることにより、滑り量に応じた電力を回生することができる。当然、バッテリー194から電力の供給を受けて、トルクを出力することも可能である。つまり、クラッチモータCMは、単体でプラネタリギヤ120とモータMG1の組み合わせと同等の作用を奏することができる。

【0079】このようなハイブリッド車両においても、既述した実施例と同様の制御を行なうことができる。第2実施例のハイブリッド車両において、図6に示したトルク制御処理ルーチンと同様の処理を行なう動作を、以下に説明する。なお、ここでは、説明の簡単のため、図6に示した目標収支に基づく補正の処理は省略している。

【0080】まず、図6のステップS100と同様に、アクセル開度および車速（駆動軸113の回転数） $N_m$ を入力し、これに基づいて駆動力 $T_p^*$ を求める（ステップS110に対応）。駆動力 $T_p^*$ を求めると、次にCPUは、駆動力 $T_p^*$ と車速 $N_m$ の積から算出される走行動力として、エンジン要求動力 $P_e^*$ を算出する（ステップS120に対応）。その後、ステップS140と同様に、モータMG2の運転状態（現在モータMG2に対して出されているトルク指令値と、先に入力した駆動軸113の回転数 $N_m$ とに基づく運転状態）が限界値を超えているかどうかを判断する（ステップS140に対応）。

【0081】ここで図4に示した点 $\beta$ に対応する運転状態のように、モータMG2の回転数が限界値を超えている場合には、既述した実施例と同様に、モータMG2の運転状態は、目標トルク $T_m^*$ が略0、目標回転数は上記 $N_m$ と設定される。また、モータMG2の運転状態が図4に示した点 $\gamma_1$ に対応する運転状態の様な場合には、モータMG2の運転状態は、目標回転数は上記 $N_m$ であって、目標トルク $T_m^*$ はモータMG2の性能の限界値を超えない運転状態（図4の点 $\gamma_2$ に対応）に設定される。

【0082】図11に示した構成のハイブリッド車両では、モータMG2の目標トルク $T_m^*$ と駆動力 $T_p^*$ が決定されると、両者の差からクラッチモータCMの目標トルク $T_c^*$ を設定することができる。モータMG2の目標トルク $T_m^*$ が略0であれば、駆動力 $T_p^*$ とクラッチモータCMの目標トルク $T_c^*$ とは等しくなる。

【0083】また、第2実施例のハイブリッド車両で

は、クラッチモータCMの出力トルクとエンジン150の出力トルクとは等しくなるため、クラッチモータCMの目標トルク $T_{c*}$ が設定されれば、エンジン150の目標トルク $T_{e*}$ も決定される。ここで、図6のステップS120に対応する工程においてエンジン150の要求動力 $P_{e*}$ が算出されているため、この要求動力 $P_{e*}$ と目標トルク $T_{e*}$ とに基づいて、エンジン150の目標回転数 $N_{e*}$ も決定される。

【0084】また、図6のステップS140に対応する工程で、モータMG2の運転状態が限界値を超えていないと判断された場合には、既述した実施例と同様に、ステップS120に対応する工程で算出したエンジン要求動力 $P_{e*}$ を出力するように、エンジン150の効率が最も高くなるよう運転ポイントを、エンジン150に対して設定する。このようにエンジン150の目標トルク $T_{e*}$ および目標回転数 $N_{e*}$ を決定すると、エンジン150の目標トルク $T_{e*}$ と同じ値がクラッチモータCMの目標トルク $T_{c*}$ として設定される。また、駆動力 $T_{p*}$ とクラッチモータCMの目標トルク $T_{c*}$ との差より、モータMG2の目標トルク $T_{m*}$ が設定される。なお、実際には、このような制御を行なう際には、図6と同様に目標収支による補正を行ない、目標収支に基づいてエンジン150の運転状態およびクラッチモータCMの運転状態を補正する。

【0085】以上、図11に示した構成のハイブリッド車両において、モータMG2の運転状態が限界を超える場合について説明したが、クラッチモータCMの出力トルクが限界値をこえる場合には、クラッチモータCMの性能に応じてエンジン150の運転状態を設定することによって、駆動軸113から所望のトルクを出力することが可能となる。クラッチモータCMの出力トルクが限界値を超える場合には、限界を超えないようにその目標トルク $T_{c*}$ を設定する。クラッチモータCMの目標トルク $T_{c*}$ は、エンジン150の目標トルク $T_{e*}$ と等しくなるため、このエンジン150の目標トルク $T_{e*}$ とエンジン要求動力 $P_{e*}$ とからエンジン150の目標回転数 $N_{e*}$ を設定することができる。また、モータMG2の目標トルク $T_{m*}$ は、駆動力 $T_{p*}$ と、クラッチモータCMの目標トルク $T_{c*}$ との差として設定することができる。

【0086】このように、第2実施例のハイブリッド車両においても、エンジン150から充分な動力を出力し、モータMG2やクラッチモータCMの運転状態の限界値に応じてエンジン150の運転状態を設定することによって、モータMG2やクラッチモータCMを大型化することなく、駆動軸113において所望の回転数およびトルクを出力し、車両の性能を十分に確保することが可能となる。

【0087】以上本発明の実施例について説明したが、本発明はこうした実施例に何等限定されるものではな

く、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々なる状態で実施し得ることは勿論である。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例としての動力出力装置を用いたハイブリッド車両の概略構成を示す説明図である。

【図2】実施例の動力出力装置の作動原理を説明する共線図である。

【図3】MG1の出力特性を表わす説明図である。

【図4】MG2の出力特性を表わす説明図である。

【図5】実施例の動力出力装置の作動原理を説明する共線図である。

【図6】トルク制御処理ルーチンを表わすフローチャートである。

【図7】エンジンの運転ポイントと運転効率との関係を示す説明図である。

【図8】要求動力一定の場合の、エンジン回転数と運転効率との関係を示す説明図である。

【図9】エンジン150の運転ポイントの設定の様子を表わす説明図である。

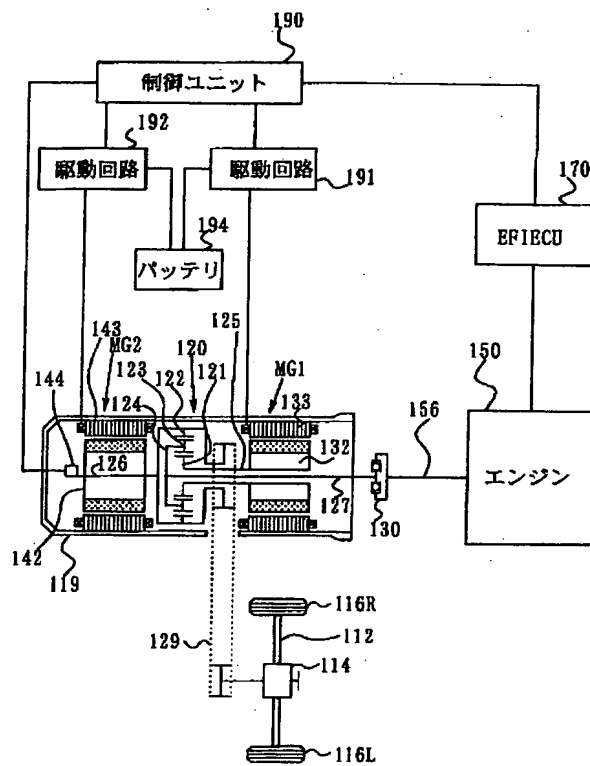
【図10】実施例の動力出力装置の作動原理を説明する共線図である。

【図11】第2実施例のハイブリッド車両の概略構成を示す説明図である。

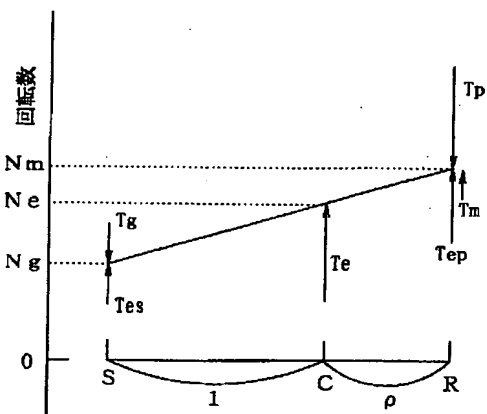
#### 【符号の説明】

- 112…車軸
- 113…駆動軸
- 116R, 116L…車輪
- 119…ケース
- 120…プラネタリギヤ
- 121…サンギヤ
- 122…リングギヤ
- 123…プラネタリピニオンギヤ
- 124…プラネタリキャリア
- 125…サンギヤ軸
- 126…リングギヤ軸
- 127…プラネタリキャリア軸
- 129…チェーンベルト
- 130…ダンパ
- 132, 142…ロータ
- 133, 143…ステータ
- 144…センサ
- 150…エンジン
- 156…クランクシャフト
- 170…EFI ECU
- 190…制御ユニット
- 191, 192…駆動回路
- 194…バッテリー
- 232…インナロータ
- 233…アウトロータ

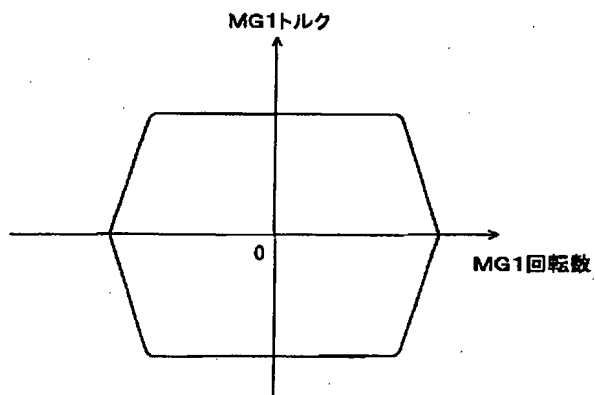
【図1】



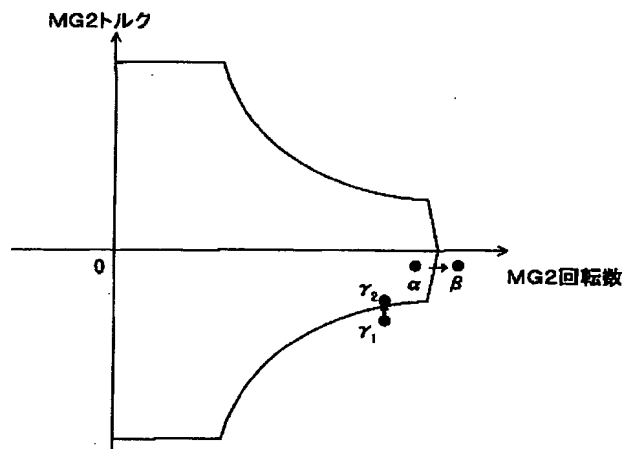
【図2】



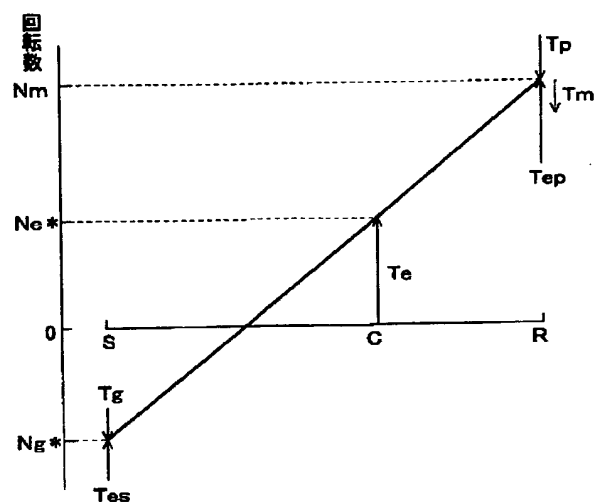
【図3】



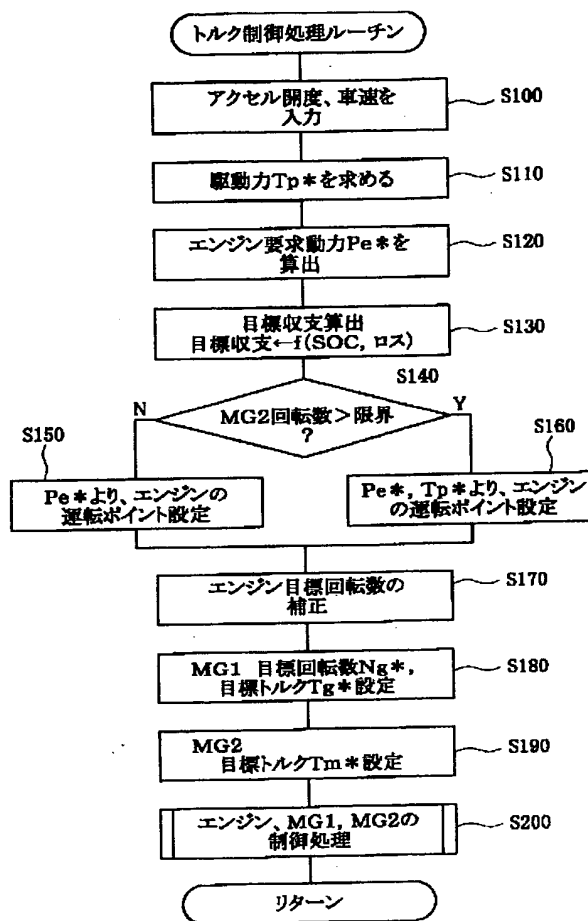
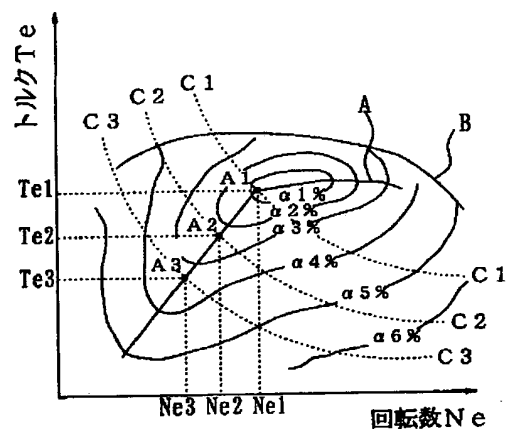
【図4】



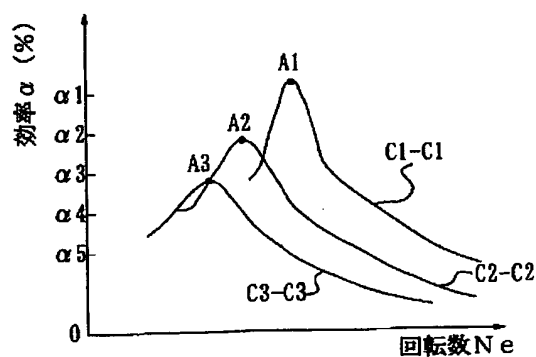
【図 6】



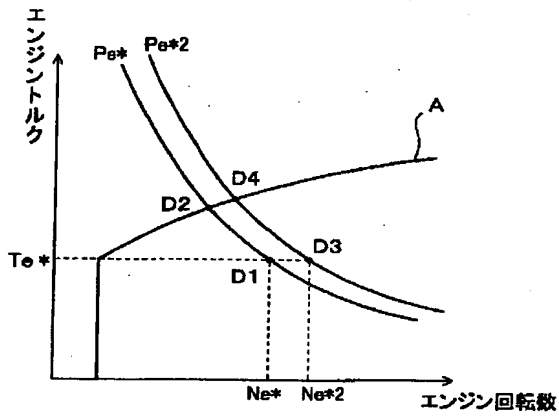
【圖 7】



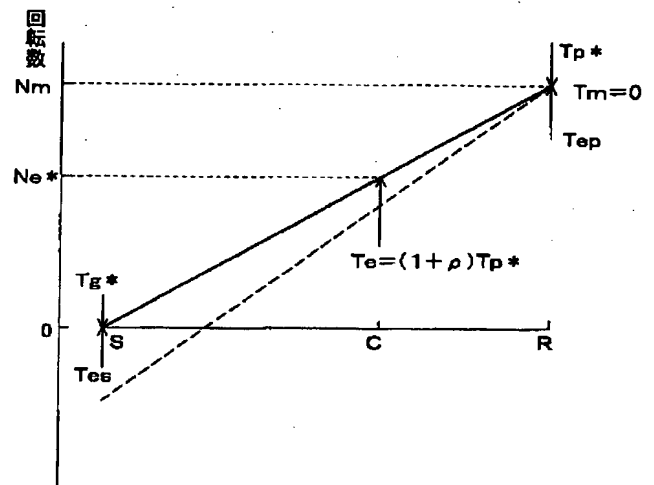
【図 8】



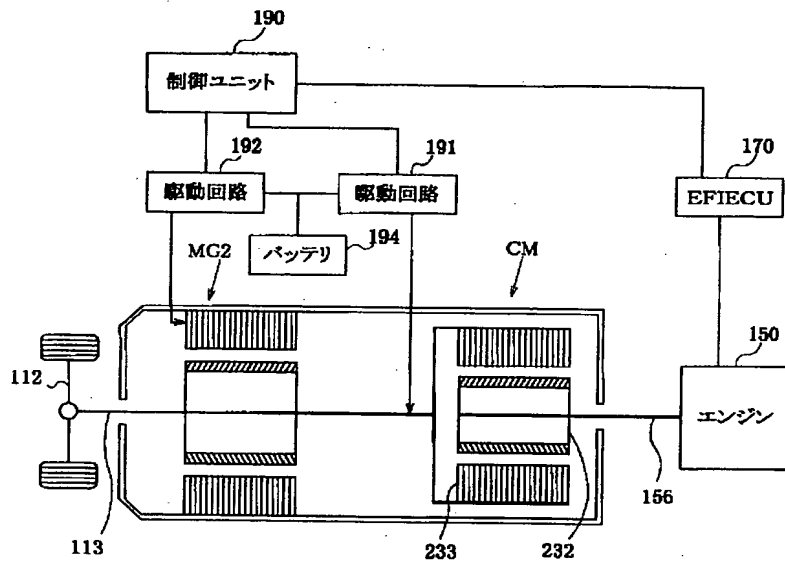
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

H02P 7/74

識別記号

F I

テ-マ-ド\* (参考)

Fターム(参考) 3D039 AA01 AA03 AB27 AC21 AD53  
3G093 AA04 AA07 AA16 DA06 DB00  
DB01 DB05 DB23 EA03 EB00  
FA04 FA10 FA11  
5H115 PA12 PC06 PG04 PI16 PI24  
PI29 PO02 PO06 PO09 PU10  
PU11 PU24 PU25 PV09 PV23  
QN03 QN08 QN22 QN23 QN24  
QN27 RB21 RE02 RE05 RE13  
SE04 SE05 TB01 TB10 TI02  
TO13 TO21  
5H572 AA02 BB02 CC04 CC06 DD05  
DD09 EE03 EE04 GG05 HA08  
HB07 HC07 JJ03 JJ17 JJ23  
JJ24 JJ28 KK10 LL01 LL24  
LL50 PP01